

**NORMALIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN EN EL PROCESO DE  
FABRICACIÓN DEL PAPEL TISÚ, UTILIZANDO LA TÉCNICA DEL ESTUDIO  
DEL TRABAJO, EN LA EMPRESA CARTONES Y PLÁSTICOS LTDA.**

**JULIO CÉSAR CHAMORRO MICOLTA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS  
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2014**

**NORMALIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN EN EL PROCESO DE  
FABRICACIÓN DEL PAPEL TISÚ, UTILIZANDO LA TÉCNICA DEL ESTUDIO  
DEL TRABAJO, EN LA EMPRESA CARTONES Y PLÁSTICOS LTDA.**

**JULIO CÉSAR CHAMORRO MICOLTA**

**Pasantía institucional para optar el título de  
Ingeniero industrial**

**Director  
GIOVANNI DE JESÚS ARIAS CASTRO  
Msc. Ingeniería industrial**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS  
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2014**

**Nota de aceptación:**

**Aprobado por el comité de grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de ingeniero industrial**

**LUIS ALBERTO GARCÍA**  
**Jurado**

**Santiago de Cali, 14 de Julio de 2014**

## **AGRADECIMIENTO**

Inicialmente agradezco a la empresa Cartones y plásticos Ltda. por permitirme realizar mi proyecto de grado en sus instalaciones y en especial a sus colaboradores que fueron de gran apoyo durante el proceso. A los profesores que participaron en mi formación profesional, especialmente a mi director Giovanni Arias, por su orientación.

## **CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>13</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>16</b>
<b>1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>17</b>
<b>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>17</b>
<b>1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>18</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>19</b>
<b>2.1 SOCIALMENTE</b>	<b>19</b>
<b>2.2 ECONÓMICAMENTE</b>	<b>19</b>
<b>2.3 PERSONALMENTE</b>	<b>19</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>20</b>
<b>3.1 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>20</b>
<b>3.2 OBJETIVO ESPECIFICO</b>	<b>20</b>
<b>4. MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>21</b>
<b>4.1 MARCO TEÓRICO</b>	<b>21</b>
<b>4.1.1 Estudio de métodos de trabajo</b>	<b>22</b>
<b>4.1.2 Medición del trabajo</b>	<b>23</b>
<b>4.1.3 Productividad</b>	<b>30</b>

<b>4.2 MARCO CONTEXTUAL</b>	<b>31</b>
<b>4.2.1 Historia</b>	<b>31</b>
<b>4.2.2 Misión</b>	<b>31</b>
<b>4.2.3 Visión</b>	<b>31</b>
<b>5. METODOLOGÍA</b>	<b>33</b>
<b>5.1 ETAPAS DEL PROYECTO</b>	<b>32</b>
<b>5.1.1 Estudio de métodos</b>	<b>32</b>
<b>5.1.2 Estudio de tiempos</b>	<b>32</b>
<b>5.1.3 Documentación normalizada y estandarizada</b>	<b>32</b>
<b>6. APLICACIÓN DEL ESTUDIO DEL TRABAJO</b>	<b>33</b>
<b>6.1 MÉTODO ACTUAL DEL PROCESO</b>	<b>33</b>
<b>6.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</b>	<b>33</b>
<b>6.2.1 DOP – producción de pulpa</b>	<b>36</b>
<b>6.2.2 Diagrama de recorrido producción de pulpa</b>	<b>37</b>
<b>6.2.2.1 Análisis de diagrama de recorrido, producción de pulpa</b>	<b>38</b>
<b>6.2.3 DAP – Producción de pulpa</b>	<b>39</b>
<b>6.2.4 Guía de operaciones y descripción del proceso de producción de pulpa</b>	<b>40</b>
<b>6.2.5 DOP – Bobinado y desmonte de bobina</b>	<b>47</b>
<b>6.2.6 Diagrama de recorrido – Bobinado y desmonte de bobina</b>	<b>48</b>
<b>6.2.6.1 Análisis del diagrama de recorrido, bobinado y desmonte de bobina</b>	<b>49</b>
<b>6.2.7 DAP – Bobinado y desmonte de bobina</b>	<b>49</b>

<b>6.2.8 Guía de operaciones y descripción del proceso para bobinado y desmonte de bobina</b>	<b>50</b>
<b>6.3 TOMA DE TIEMPOS</b>	<b>55</b>
6.3.1 Registro de tiempos	55
6.3.2 Suplementos	55
6.3.3 Resumen toma de tiempos	74
<b>6.4 PROPUESTA PARA MEJORAR EL MÉTODO ACTUAL DE TRABAJO</b>	<b>75</b>
6.4.1 Propuesta de mejora para el método de producción de pulpa	75
6.4.2 Diagrama de recorrido mejorado – Producción de pulpa	77
6.4.3 DAP mejorado – Producción de pulpa	78
<b>7. INDICADOR DE PRODUCCIÓN</b>	<b>83</b>
7.1 INDICADOR PARA EL NÚMERO DE COCHADAS	83
7.2 INDICADOR PARA EL NÚMERO DE BOBINAS	84
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>87</b>
<b>9. RECOMENDACIONES</b>	<b>88</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>89</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Gráfico de número de bobinas diarias por turno, Marzo de 2013	17
Figura 2. Gráfico de número de bobinas diarias por turno, Abril de 2013	18
Figura 3. Estudio del trabajo	21
Figura 4. Cómo se descompone el tiempo de trabajo	24
Figura 5. Suplementos según la OIT	27
Figura 6. Diagrama de operaciones del proceso – Producción de pulpa	36
Figura 7. Diagrama de recorrido – Producción de pulpa	37
Figura 8. Diagrama analítico del proceso – Producción de pulpa	39
Figura 9. Montacargas transportando materia prima	40
Figura 10. Selección de papel bond color para pesaje	40
Figura 11. Pesaje de papel bond color	40
Figura 12. Adición de papel bond color al hidropulper	41
Figura 13. Selección de papel bond blanco	41
Figura 14. Pesaje de papel bond blanco	41
Figura 15. Transporte de papel bond	42
Figura 16. Adición de papel bond blanco	42
Figura 17. Medición de blanqueador	42
Figura 18. Transporte de fibras con grúa bandera	43
Figura 19. Pesaje de fibra	44
Figura 20. Transporte de fibras hacia el hidropulper	44



<b>Figura 21. Corte de alambre con la cizalla</b>	<b>44</b>
<b>Figura 22. Adición de fibra a hidropulper</b>	<b>45</b>
<b>Figura 23. 400 ml de blanqueador</b>	<b>45</b>
<b>Figura 24. 400 ml de bactericida</b>	<b>45</b>
<b>Figura 25. Recolección de alambre</b>	<b>46</b>
<b>Figura 26. Diagrama de operaciones del proceso – Bobinado y desmonte de bobina</b>	<b>47</b>
<b>Figura 27. Diagrama de recorrido – Bobinado y desmonte de bobina</b>	<b>48</b>
<b>Figura 28. Diagrama analítico del proceso – Bobinado y desmonte de bobina</b>	<b>49</b>
<b>Figura 29. Ubicación de tubo de core en eje</b>	<b>50</b>
<b>Figura 30. Ubicación de seguro en eje</b>	<b>50</b>
<b>Figura 31. Transporte de eje</b>	<b>51</b>
<b>Figura 32. Posición de tubo</b>	<b>51</b>
<b>Figura 33. Indicador de cambio de tubo</b>	<b>51</b>
<b>Figura 34. Cambio de tubo</b>	<b>52</b>
<b>Figura 35. Pesaje de bobina</b>	<b>52</b>
<b>Figura 36. Transporte de bobina</b>	<b>52</b>
<b>Figura 37. Eje siendo retirado de la bobina</b>	<b>53</b>
<b>Figura 38. Quita capas de papel sin tensión</b>	<b>53</b>
<b>Figura 39. Corte de papel para muestra</b>	<b>53</b>
<b>Figura 40. Doblez de la muestra de papel</b>	<b>54</b>
<b>Figura 41. Cortes de muestras</b>	<b>54</b>
<b>Figura 42. Gramera</b>	<b>54</b>

<b>Figura 43. Marcado de bobina</b>	<b>55</b>
<b>Figura 44. Transporte de bobina</b>	<b>55</b>
<b>Figura 45. Diagrama de recorrido mejorado – Producción de pulpa</b>	<b>77</b>
<b>Figura 46. Diagrama analítico mejorado del proceso – Producción de pulpa</b>	<b>78</b>
<b>Figura 47. Indicador de eficiencia de cochadas por turno</b>	<b>84</b>
<b>Figura 48. Indicador de eficiencia de bobinas por turno</b>	<b>86</b>

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro 1. Símbolos usados para el diagrama de operaciones</b>	<b>22</b>
<b>Cuadro 2. Acciones que tienen lugar durante un proceso</b>	<b>23</b>
<b>Cuadro3. Suplementos recomendados por ILO</b>	<b>28</b>
<b>Cuadro 4. Número recomendado de ciclos de observaciones</b>	<b>29</b>
<b>Cuadro 5. Diferenciación de fibras</b>	<b>43</b>
<b>Cuadro 6. Suplementos debidos al proceso</b>	<b>56</b>
<b>Cuadro 7. Medición de tiempo elementos 1 – 5, producción de pulpa</b>	<b>60</b>
<b>Cuadro 8. Medición de tiempo elementos 6 – 10, producción de pulpa</b>	<b>61</b>
<b>Cuadro 9. Medición de tiempo elementos 11 – 15, producción de pulpa</b>	<b>62</b>
<b>Cuadro 10. Medición de tiempo elementos 16 – 20, producción de pulpa</b>	<b>63</b>
<b>Cuadro 11. Medición de tiempo elementos 21 – 25, producción de pulpa</b>	<b>64</b>
<b>Cuadro 12. Calculo de TS elementos 1 – 5, producción de pulpa</b>	<b>65</b>
<b>Cuadro 13. Calculo de TS elementos 6 – 10, producción de pulpa</b>	<b>65</b>
<b>Cuadro 14. Calculo de TS elementos 11 – 15, producción de pulpa</b>	<b>66</b>
<b>Cuadro 15. Calculo de TS elementos 16 – 20, producción de pulpa</b>	<b>66</b>
<b>Cuadro 16. Calculo de TS elementos 21 – 25, producción de pulpa</b>	<b>67</b>
<b>Cuadro 17.TN elementos en el proceso de producción de pulpa</b>	<b>68</b>
<b>Cuadro 18. Medición de tiempo elementos 1 - 6, bobinado y desmonte de bobina</b>	<b>70</b>
<b>Cuadro 19. Medición de tiempo elementos 7 - 12, bobinado y desmonte de bobina</b>	<b>71</b>

<b>Cuadro 20. Calculo de TS elementos 1 – 5, bobinado y desmonte de bobina</b>	<b>72</b>
<b>Cuadro 21. Calculo de TS elementos 6 – 10, bobinado y desmonte de bobina</b>	<b>72</b>
<b>Cuadro 22. Calculo de TS elementos 11 – 12, bobinado y desmonte de bobina</b>	<b>73</b>
<b>Cuadro 23. TN elementos en el proceso para bobinado y desmonte de bobina</b>	<b>74</b>
<b>Cuadro 24. Cuadro resumen para la elaboración del papel tisú</b>	<b>74</b>
<b>Cuadro 25. Comparativa de tiempo, método actual vs método propuesto, papel bond color</b>	<b>79</b>
<b>Cuadro 26. Comparativa de tiempo, método actual vs método propuesto, papel bond blanco</b>	<b>79</b>
<b>Cuadro 27. Comparativa de tiempo, método actual vs método propuesto, fibra larga</b>	<b>80</b>
<b>Cuadro 28. Comparativa de tiempo, método actual vs método propuesto, fibra corta</b>	<b>80</b>
<b>Cuadro 29. Comparativa de distancia, método actual vs método propuesto, papel bond color</b>	<b>81</b>
<b>Cuadro 30. Comparativa de distancia, método actual vs método propuesto, papel bond blanco</b>	<b>81</b>
<b>Cuadro 31. Comparativa de distancia, método actual vs método propuesto, fibra larga</b>	<b>82</b>
<b>Cuadro 32. Comparativa de distancia, método actual vs método propuesto, fibra corta</b>	<b>82</b>
<b>Cuadro 33. Indicador de eficiencia de cochada por turno</b>	<b>83</b>
<b>Cuadro 34. Indicador de eficiencia de bobinas por turno</b>	<b>85</b>

## GLOSARIO

**BASTONES:** se denomina bastón al rollo de papel tisú antes de pasar por el proceso de corte.

**BOBINAS:** se denomina bobina al papel tisú que es enrollado en el core de cartón al terminar el proceso en la máquina de papel.

**COCHADA:** preparación de pasta de celulosa para la producción del papel tisú.

**COLAS:** sobrante de los bastones que son cortados en el área.

**CORE:** es la pieza interior del rollo de papel tisú, elaborada a base de cartón compactado de alta resistencia donde se rebobina el papel.

**DIAGRAMA DE PROCESO:** representación gráfica de una secuencia de actividades, dentro de un proceso, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza.

**ELEMENTO:** parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis.

**ESTUDIO DE TIEMPOS:** ésta técnica se basa en la medición del contenido del trabajo, incluyendo los complementos por fatiga y retraso inevitables.

**INDICADOR:** es un dato que pretende reflejar el estado de una situación, o de algún aspecto particular, en un momento y espacio determinado.

**OBSERVADOR:** persona que realiza la toma de tiempos de una operación dada.

**PAPEL TISÚ:** es un papel fino absorbente hecho de pulpa de celulosa. Se suele fabricar con varias capas como papel higiénico, papel para la cocina, servilletas o pañuelos de papel.

**SABANAS:** se denomina sabana al papel que no es bobinado debido a reventones en la máquina.

**SUPLEMENTO:** tiempo que se agrega al tiempo normal con el objeto de compensar las demoras personales, inevitables y por fatiga.

## RESUMEN

El propósito de este proyecto de grado es contribuir con la empresa Cartones y plásticos Ltda. en su proceso de mejora, esto se hace con la realización de un estudio del trabajo, con lo cual se logra documentar tanto de forma grafica como cuantitativa la actividad productiva de la empresa.

Como objetivo general del proyecto se tiene normalizar y estandarizar el proceso de fabricación del papel tisú en la empresa. Lo cual se hace con el fin de contribuir a mejorar el nivel productivo de la misma.

Inicialmente se identificaron las operaciones que se realizan durante la producción del papel tisú, las cuales se documentaron realizando los gráficos correspondientes con el fin de identificar opciones de mejora.

Se tomaron los datos requeridos para posteriormente con el estudio de tiempos lograr calcular los tiempos estándar de cada una de las actividades realizadas por los operarios.

El análisis de esta información permitió establecer los niveles de producción de cada una de las áreas y generar una propuesta para mejorar el método actualmente utilizado en la producción de la pulpa para la producción del papel tisú y generar indicadores para controlar el nivel de la producción.

**Palabras claves:** estandarizar, estudio del trabajo, fabricación, métodos, normalizar, papel, producción.

## INTRODUCCIÓN

En Colombia las empresas están clasificadas en micro, pequeña, mediana y grandes, clasificación reglamentada en la Ley 590 de 2000 y las modificaciones realizadas en la Ley 905 de 2004 (Ley Mipyme). Las Pymes representan aproximadamente el 64% del empleo generado y el 45% de la producción manufacturera del país.<sup>1</sup>

El mayor reto que enfrentan las Pymes en busca de crecimiento, es la reducción de los desperdicios generados durante el proceso productivo, con el objetivo de hacer sus procesos cada vez más eficientes, lograr buena calidad en sus productos y brindar un buen nivel de servicio. Implementan o adaptan herramientas a sus necesidades y condiciones, las cuales les permita controlar los diversos factores que resultan limitantes en su proceso de crecimiento.

En este proyecto se realizará el levantamiento del proceso de fabricación de papel tisú, para lo cual se trabajará bajo la técnica del estudio de métodos y tiempos. La pasantía se realizó en tres etapas: la primera etapa consistió en documentar el estado actual de la empresa, en la segunda etapa se realizaron propuestas y cambios en pro de mejorar la productividad y finalmente se desarrolló una metodología de trabajo definida para evitar variaciones en el resultado del proceso.

Para finalizar, este proyecto busca normalizar las diferentes actividades de producción en el área de la máquina de papel, disminuyendo las paradas no programadas y estandarizando el proceso para tener un mejor desempeño productivo.

---

<sup>1</sup> ¿Qué es PYME? [en línea]. Bogotá: BANCOLDEx, 2013 [Consultado el 9 de Mayo del 2013]. Disponible en internet: <http://www.bancoldex.com/Sobre-pymes/Que-es-Pyme.aspx>



## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

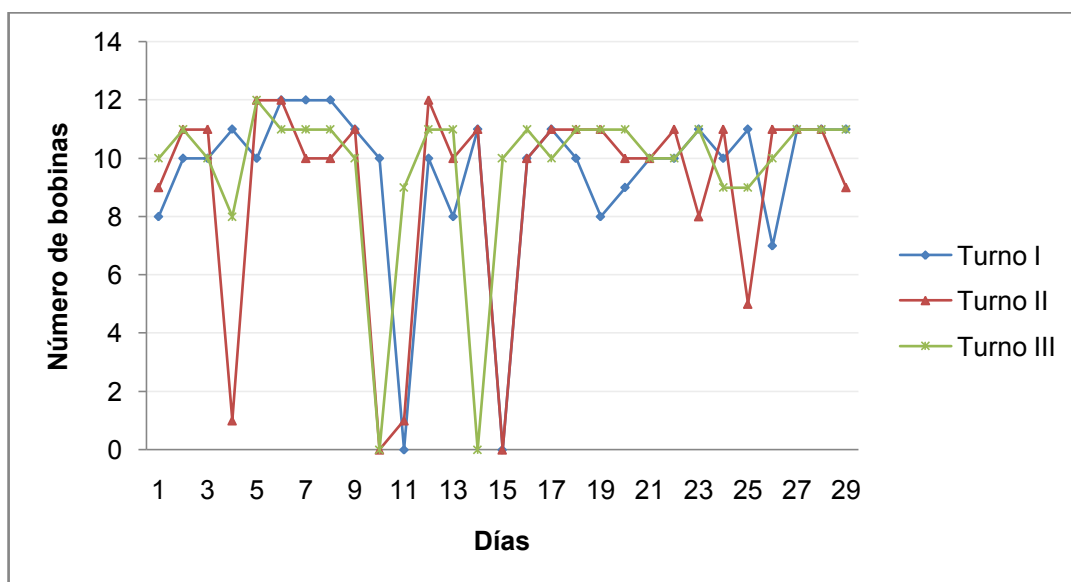
### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la empresa, Cartones y plásticos Ltda. se presenta un problema con la producción de las bobinas de papel tisú dado que no se tiene un nivel constante de producción y presenta variabilidad en los diferentes turnos.

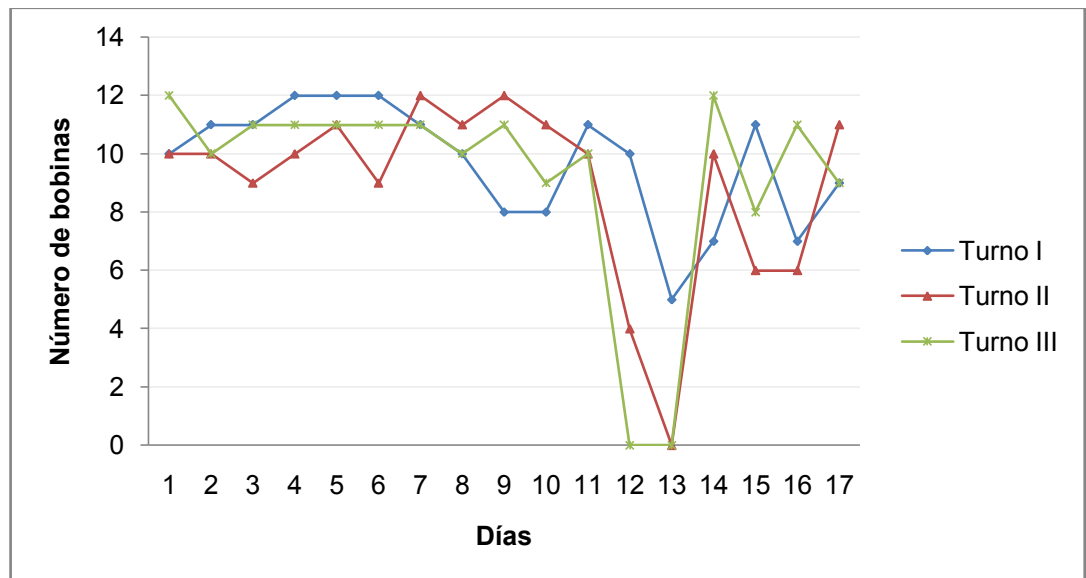
El papel tisú es un papel fino y absorbente hecho de pulpa de celulosa (pino y eucalipto), usado en la industria para la producción de papel higiénico, servilletas, papel para la cocina o pañuelos de papel. En Cartones y plásticos Ltda. éstas bobinas son utilizadas en la fabricación de papel higiénico en dos presentaciones que son: Señorial (densidad de área  $15 \text{ g/m}^2$ ) y Mega rollo (densidad de área  $17 \text{ g/m}^2$ ).

El molino trabaja a una velocidad de  $400 \text{ m/min}$  y cada  $40 \text{ min}$  es retirada una bobina, por lo tanto en un turno (8 horas) se tiene la capacidad para producir 12 bobinas, en los gráficos que se presentan a continuación, se muestran los niveles de producción durante los meses de marzo y abril de 2013 respectivamente.

**Figura 1. Gráfico de número de bobinas diarias por turno, Marzo de 2013**



**Figura 2. Gráfico de número de bobinas diarias por turno, Abril de 2013**



El problema en la empresa Cartones y plásticos Ltda. se centra en que no hay un nivel constante de producción de las bobinas de papel tisú, dada la falta de normalización del proceso, por lo cual los operadores de la máquina de papel en los diferentes turnos trabajan de manera diferente y como resultado se presenta variación en los resultados tanto en el número de bobinas como en la calidad de las mismas.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

De acuerdo con la situación planteada anteriormente se quiere dar respuesta al siguiente interrogante ¿Es posible por medio de la técnica del estudio del trabajo definir el nivel de producción de las bobinas de papel tisú en la empresa Cartones y plásticos Ltda.?

Para dar respuesta acertada a esta interrogante es necesario iniciar con dar respuesta a los siguientes cuestionamientos:

- ¿A través de la normalización del proceso de producción de las bobinas de papel tisú, es posible disminuir las paradas no programadas?
- ¿Con un estudio de tiempos es posible mejorar el proceso de producción de las bobinas de papel tisú?

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Este proyecto se desarrolla con la finalidad de ser un aporte al proceso de mejora realizado en la empresa Cartones y plásticos Ltda. en busca del incremento de la productividad basada en la reducción de tiempos y costos, afectando de forma positiva las ventas. Mejorando la rentabilidad de la empresa y la satisfacción del cliente, teniendo presente que se vive en un mercado cada vez más competitivo y por tanto se debe apuntar a lograr altos estándares de producción, calidad y prestación de servicios.

### **2.1 SOCIALMENTE**

El desarrollo de este proyecto fortalecerá las habilidades y capacidades de los empleados que trabajan en el área de la máquina de papel, dando como resultado un mejor desempeño en sus funciones, reduciendo el esfuerzo y mejorando el ambiente laboral como la calidad de vida de cada uno de ellos.

### **2.2 ECONÓMICAMENTE**

El desarrollo de este proyecto beneficiaría a la empresa Cartones y plásticos Ltda. definiendo el nivel de producción mínimo de bobinas por turno, como también reduciendo las paradas no programadas de la máquina de papel.

### **2.3 PERSONALMENTE**

Este proyecto fortalecerá mis conocimientos adquiridos durante mis años de estudio, aplicando las teorías de la técnica de estudio del trabajo en un caso real.

Para finalizar, cuando se logra una relación adecuada de los recursos económicos, materiales y humanos, se obtienen incrementos en la productividad, aquí la importancia de aplicar la técnica del estudio del trabajo con la que se efectuará un análisis a fin de determinar los métodos adecuados de producción en el área de la máquina de papel.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>CRIOLLO, García Roberto. Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos. México: McGRAW-HILL, 1998. 25 p.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Normalizar y estandarizar el proceso de fabricación del papel tisú en la empresa cartones y plásticos Ltda. con el fin de mejorar el nivel productivo.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Registrar el método actual de trabajo con el que se realiza la producción, con el fin de poder definir la manera adecuada de realizar el trabajo.
- Validar un método de trabajo adecuado indicando los tiempos necesarios para realizar cada una de las actividades dentro del proceso de fabricación de las bobinas de papel tisú.
- Diseñar indicadores que permitan hacer seguimiento y control de la producción por parte de las personas responsables del proceso.

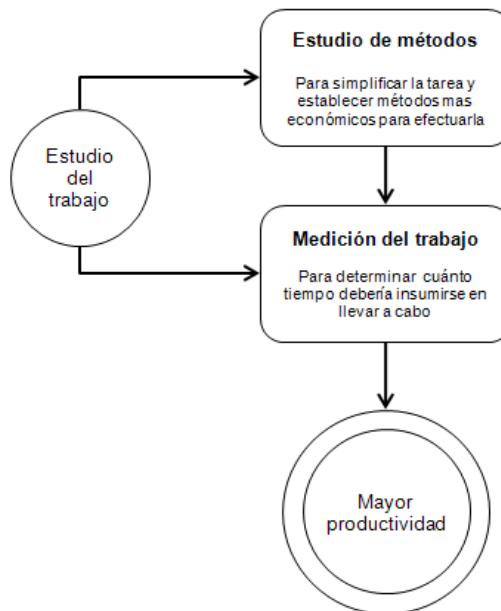
## 4. MARCO DE REFERENCIA

### 4.1 MARCO TEÓRICO

“El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a los actividades que se están realizando”<sup>3</sup>.

El estudio del trabajo consiste en realizar un análisis de la forma como se realizan las operaciones, esto se hace por medio de la observación, identificando las actividades que son necesarias y las que son innecesarias, buscando con ello determinar un método normal y un tiempo estándar para realizar la operación teniendo como objetivo el aumento de la productividad (relación entre resultado y recursos). Esta técnica consta de dos elementos que son el estudio de métodos y la medición del trabajo los cuales están relacionados en función de la productividad en el proceso.<sup>4</sup>

**Figura 3. Estudio del trabajo**



**Fuente:** Oficina internacional del trabajo, KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo. 4 Ed. Suiza: OIT, 1998. 20 p.

<sup>3</sup> Oficina internacional del trabajo, KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo. 4 Ed. Suiza: OIT, 1998. 9 p.

<sup>4</sup>Ibíd., p. 19.

**4.1.1 Estudio de métodos de trabajo.** En el estudio de métodos tiene como objetivo la reducción del contenido de trabajo y en este se aplican diversas herramientas para recolectar información necesaria para conocer el proceso, entre ellas están: los diagramas de recorridos, los diagramas de operaciones del proceso (DOP) y el diagrama de análisis del proceso (DAP).



**Diagrama de recorridos:** es un diagrama de distribución de planta en un plano bidimensional a escala donde se muestra la secuencia de todas las actividades que aparecen en el Diagrama de analítico del proceso (DAP).

La ruta de los desplazamientos hechos por lo operarios son señaladas por medio de líneas, las actividades son localizadas, numeradas e identificadas en el diagrama por el símbolo correspondiente.

Con este se realizan dos tipos de análisis que son: seguimiento al operario, donde se analizan los movimientos y actividades de la persona que realiza las operaciones y segundo el seguimiento al material el cual analiza los movimientos y las transformaciones que se realizan a la materia prima.


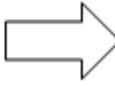



**DOP:** representa la forma ideal del proceso, se realiza con círculos y cuadrados que representan las operaciones y las inspecciones respectivamente durante el proceso.

**Cuadro 1. Símbolos usados para el diagrama de operaciones**

Actividad	Definición	Símbolo
Operación	Es una acción realizada al producto, pieza o material dentro de un proceso o sistema en otras palabras son cambios a una o más de sus características	
Inspección	Es una operación que implica la verificación o comprobación de la calidad de un determinado producto en relación con las especificaciones dadas	

**DAP:** representa el proceso, se realiza con fin analítico para descubrir ineficiencias durante el proceso, se utilizan símbolos para representar las operaciones, inspecciones, transporte, demoras y almacenamiento.

**Cuadro 2. Acciones que tienen lugar durante un proceso**

Actividad	Definición	Símbolo
Operación	Ocurre cuando el objeto sufre alguna modificación en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje.	
Transporte	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.	
Inspección	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características.	
Demora	Ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Con esto se retarda el siguiente paso planeado.	
Almacenamiento	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.	

**Fuente:** CRIOLLO, García Roberto. Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos. México: MCGRAW-HILL, 1998. 34 – 35p.

**4.1.2 Medición del trabajo.** La medición del trabajo busca la identificación de cualquier tiempo improductivo asociado con la actividad que se desarrolla, puesto que es una herramienta que nos determina la cantidad de tiempo necesario que es invertido por un trabajador para realizar una actividad determinada.<sup>5</sup> Durante la medición del trabajo se puede determinar que el tiempo de un proceso esta constituido por dos elementos que son el tiempo básico del trabajo y el tiempo improductivo durante las operaciones.

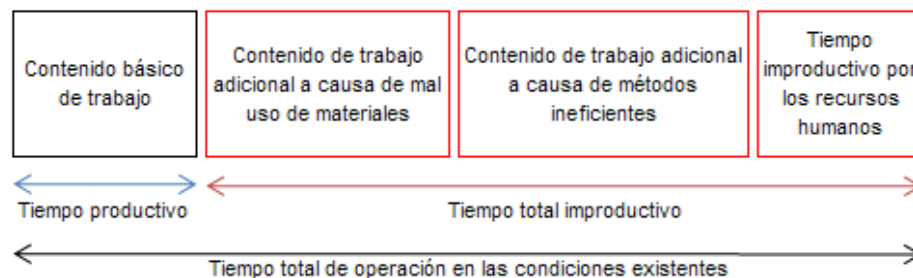
---

<sup>5</sup>Ibíd., p. 19.

**Contenido básico de trabajo:** son las actividades básicas necesarias para realizar el trabajo en un producto.

**Tiempo total improductivo:** son las actividades adicionales que se generan durante el desarrollo de las actividades debido a mal uso de los materiales, métodos ineficientes y operaciones innecesarias por parte del recurso humano.

**Figura 4. Cómo se descompone el tiempo de trabajo**



**Fuente:** Oficina internacional del trabajo, KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo. 4 Ed. Suiza: OIT, 1998. 10p.

El procedimiento del estudio del trabajo se realiza en ocho (8) etapas las cuales son:

- **Seleccionar** el trabajo o proceso que se va a estudiar.
- **Registrar** los datos relevantes acerca del trabajo o proceso seleccionado.
- **Examinar** los registros de manera crítica, preguntándose si se justifica lo que se hace.
- **Establecer** el método más económico teniendo en cuenta las circunstancias y los aportes realizados por el personal encargado de la tarea.
- **Evaluar** los resultados con el nuevo método.
- **Definir** el nuevo método y el tiempo correspondiente.
- **Implementar** el nuevo método, capacitando a las personas involucradas.
- **Controlar** la aplicación del nuevo método.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Ibíd., p. 21.



**4.1.2.1 Estudio de tiempos.** “El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.”<sup>7</sup>

De aquí la importancia de realizar un estudio de tiempos, de esta manera se podrá determinar el tiempo requerido para realizar una actividad y por medio del análisis de la metodología utilizada para la ejecución del trabajo disminuir este tiempo y lograr un proceso de mayor eficiencia.

Entre los diferentes métodos para aplicar el estudio están el método continuo y el método de regreso a cero, los cuales son aplicados con cronómetros análogos. En la actualidad se usan cronómetros digitales, los cuales cuentan con memoria interna y permiten medir el tiempo de cada operación directamente con la opción de *Split*, el tiempo del proceso será la sumatoria del registrado en las diferentes operaciones.

Durante el estudio de tiempos se pueden encontrar ocho (8) tipos de elementos que se identifican durante el análisis del ciclo de trabajo, los cuales pueden ser:

- **Elementos repetitivos** son aquellos que reaparecen en cada ciclo del trabajo estudiado.
- **Elementos casuales** no reaparecen en cada ciclo del trabajo estudiado (ciclos regulares o irregulares).
- **Elementos constantes** son aquellos que el tiempo de ejecución siempre es el mismo.
- **Elementos variables** son aquellos que el tiempo varia según las características del producto, equipo o proceso.
- **Elementos manuales** son aquellos que realiza el trabajador.
- **Elementos mecánicos** son aquellos realizados de forma automática por una máquina.

---

<sup>7</sup> Ibíd., p. 273.

- **Elementos dominantes** son aquellos que duran más tiempo que cualquiera de los otros elementos realizados simultáneamente.
- **Elementos extraños** son aquellos que se observan durante el estudio pero al ser analizados no resultan ser necesarios en el trabajo.<sup>8</sup>

Antes de iniciar con un estudio de tiempos es necesario tener ciertas cosas presentes como lo son:

- **Elección del operario:** cuando se tiene la posibilidad de elegir un operador para realizar la toma de tiempos se debe seleccionar a uno que conozca el proceso y tenga un desempeño promedio o un poco arriba del promedio para que el estudio sea más satisfactorio. Por otra parte si solo hay un operario que realice la tarea se debe tener en cuenta la calificación del desempeño.
- **Registro de información:** contiene toda la información relacionada con el desarrollo del trabajo máquinas, herramientas, dispositivos, condiciones de trabajo, materiales, operaciones, nombre y número del operario, fecha de estudio, nombre del observador y todos los datos que puedan ser relevantes para el mejoramiento del trabajo.
- **Posición del observador:** el observador debe estar de pie cerca al operario, debe evitar distraerlo o interrumpir de alguna manera el desarrollo de sus actividades.
- **División de la operación en elementos:** para facilitar la medición de la operación se divide en elementos que identifican la terminación de un ciclo.<sup>9</sup>

**4.1.2.2 Desempeño del operario (Calificación del ritmo del trabajo - C).** Es una valoración asignada a la habilidad del operario que al realizar sus tareas pone en el desempeño de la tarea que se analiza; la valoración se hace 0 a 100 (se pueden presentar casos en que la valoración es superior a 100) en valor porcentual, esta calificación del desempeño nos proporciona información relevante para el cálculo del tiempo normal.<sup>10</sup>

---

<sup>8</sup> Ibíd., p. 297 – 298.

<sup>9</sup> NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris. Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 10 Ed. México: Alfaomega, 2001. 330 – 331 p.

<sup>10</sup> Ibíd., p. 341.

**4.1.2.3 Suplementos.** Corresponde a un tiempo de compensación durante el estudio, ya que ningún operario puede mantener su ritmo de trabajo durante todo el turno, se presentan tres situaciones que son: interrupciones personales (viajes al baño y bebederos), retrasos inevitables (problemas con herramientas o materias) y finalmente fatiga que afecta a los operarios aun en los trabajos más ligeros.<sup>11</sup>

A pesar de que se haya ideado un método práctico, económico y eficaz de trabajo, no se puede olvidar que las actividades siguen exigiendo un esfuerzo humano, por lo tanto debe tenerse en cuenta ciertos suplementos para compensar la fatiga y descansar.

Los suplementos se pueden clasificar en tres grupos que son: suplementos fijos (necesidades personales), suplementos variables (fatiga básica) y los suplementos especiales. Existe una clasificación más detallada dada por parte de la OIT (Oficina Internacional del Trabajo) para segmentar los suplementos.

**Figura 5. Suplementos según la OIT**



**Fuente:** SALAZAR, Bryan. Suplementos del estudio de trabajo [en línea]. Cali: Ingenierosindustriales, 2008 [Consultado 22 de mayo del 2013]. Disponible en internet: <http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>

<sup>11</sup>Ibíd. p 343

### Cuadro 3. Suplementos recomendados por ILO

A Suplementos constantes:		
1.	Suplemento personal	5
2.	Suplemento por fatiga básica	4
B Suplementos variables		
1.	Suplemento por estar de pie	2
2.	Suplemento por posición anormal	
a.	Un poco incomoda	0
b.	Incomoda (agachado)	2
c.	Muy incomoda (tendido, estirado)	7
3.	Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, jalar o empujar) (Peso en libras)	
10		1
15		2
20		3
25		4
30		5
35		7
40		9
45		11
50		13
60		17
70		22
4.	Mala iluminación	
a.	Un poco debajo de la recomendada	0
b.	Bastante menor de la recomendada	2
c.	Muy inadecuada	5
5.	Condiciones atmosféricas (Calor/humedad)	0-100
6.	Atención requerida:	
a.	Trabajo bastante fino	0
b.	Trabajo fino o preciso	2
c.	Trabajo muy fino y muy preciso	5
7.	Nivel de ruido:	
a.	Continuo	0
b.	Intermitente - fuerte	2
c.	Intermitente - Muy fuerte	5
d.	De tono alto - fuerte	5
8.	Estrés mental:	
a.	Proceso bastante complejo	1
b.	Atención compleja o amplia	4
c.	Muy compleja	8
9.	Monotonía:	
	Nivel bajo	0
	Nivel medio	1
	Nivel alto	4
10.	Tedio:	
a.	Algo tedioso	0
b.	Tedioso	2
c.	Muy tedioso	5

**Fuente:** NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris. Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 10 Ed. México: Alfaomega, 2001. 386 p.

**4.1.2.4 Ciclos del estudio.** La General Electric Company ha establecido una guía aproximada al número de ciclos a observar los cuales se presentan en la tabla 1.

**Cuadro 4. Número recomendado de ciclos de observaciones**

Tiempo de ciclo en min	Número recomendado de ciclos
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 a 5,00	15
5,00 a 10,00	10
10,00 a 20,00	8
20,00 a 40,00	5
40,00 ó más	3

**Fuente:** NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris. Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 10 Ed. México: Alfaomega, 2001. 340 p

Se puede establecer un número de ciclos a observar de manera más exacta con métodos estadísticos. Sin embargo los estudios de tiempos se realizan con muestras pequeñas ( $n < 30$ ) de una población; por lo tanto se usa la distribución  $t$ . donde nuestro intervalo de confianza queda definido por:<sup>12</sup>

$$\bar{x} \pm t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Dónde:

$\bar{x}$  = Tiempo promedio del procedimiento

$t$  = Distribución  $t$  student

$s$  = Desviación estandar de la muestras

$n$  = Numero de observaciones requeridas

<sup>12</sup>Ibíd. p 338

El término más o menos se considera un término de error el cual se expresa como una fracción de  $\bar{x}$ :

$$k\bar{x} = \frac{ts}{\sqrt{n}}$$

Al despejar  $n$  obtenemos:

$$n = \left( \frac{st}{k\bar{x}} \right)^2$$

**4.1.2.5 Determinar tiempo normal.** El tiempo normal se calcula a partir del producto entre el tiempo observado y la valoración. El tiempo normal es calculado para cada elemento si se ha realizado una división de estos y finalmente se realiza la sumatoria de los tiempos obteniendo el tiempo total de la tarea, tal como se mientras a continuación.

$$TN = \frac{Tc \times C}{100}$$

Dónde:

$Tc$  = *Tiempo cronometrado*

$C$  = *Calificación asignada al operario*

**4.1.2.6 Determinar tiempo estándar.** El tiempo estándar es el requerido para ejecutar una tarea, éste incluye el porcentaje de suplementos sobre el tiempo normal y se calcula de la siguiente manera.

$$TS = TN \times (1 + \% \text{ Suplemento})$$

**4.1.3 Productividad.** La productividad se puede definir como una relación entre la producción o servicios producidos y los recursos utilizados durante el proceso.

La productividad hace referencia a la valoración o medida que se pueda asignar al grado de producción obtenido de un recurso. Ésta se puede ver afectada por diversos factores externos (Disponibilidad de materia prima, mano de obra calificada, infraestructura, entre otros) y factores internos (actividades internas de la organización).<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Ibíd. p 4 - 5

## **4.2 MARCO CONTEXTUAL**

**4.2.1 Historia.** Cartones y Plásticos Ltda. fue fundada en 1992 ante la necesidad del mercado frente al suministro de papel higiénico en el valle del cauca. Inicialmente se fabricó papel higiénico de colores, pero en aras de convertirnos en una compañía amigable con el medio ambiente, se realizó un giro en la producción del papel.

Inicia la era del papel higiénico blanco, sinónimo de limpieza, pureza y salubridad. El portafolio de productos fue ampliado en el año 2000 con la puesta en marcha de la línea de extrusión y pre-corte de polietileno de alta y baja densidad, procurando cerrar el ciclo de la cadena de abastecimiento. La respuesta del mercado y el trabajo constante en la planta incentivaron el crecimiento industrial mediante la adquisición de maquinaria italiana, americana y alemana. Este crecimiento permitió que nuestra cobertura creciera a nivel nacional para suplir las necesidades del mercado del papel higiénico, bolsas de pre-corte y tubulares de polietileno.

En el año 2005, la compañía adquirió un molino productor de cartón kraft. La apuesta realizada en los anteriores 20 años ha permitido diversificar nuestro portafolio de productos: papel higiénico, papel MG, cartón kraft de alto gramaje, bolsas pre-cortadas y tubulares de polietileno de baja y alta densidad.

**4.2.2 Misión.** Somos una empresa colombiana orientada a la fabricación de productos de higiene y empaque, preocupada por fabricar productos de primera calidad, basados en la adquisición de fibras vírgenes y polímeros de alto desempeño, con los costos más rentables para beneficiar a nuestros clientes con productos competitivos y excelentes ganancias, contribuyendo de manera constante al crecimiento de la economía del país.

**4.2.3 Visión.** Fortalecernos como empresa de fabricación de productos de higiene y empaque en los próximos cinco años a través del control de calidad permanente, preferida por los proveedores, distribuidores, comercializadores y consumidores finales, garantizándoles agilidad, cumplimiento, calidad y una rentabilidad justa.

## 5. METODOLOGÍA

El tipo de investigación que se usará es descriptiva, la cual se basa en realidades de hechos con la finalidad de presentar una interpretación del estado actual del problema presente en la empresa Cartones y plásticos Ltda. para esto, se buscará apoyo en diferentes métodos, como la documentación gráfica del proceso donde se podrán analizar e identificar de manera más clara los problemas que existen en la línea. Otra de las herramientas que se usarán es la técnica del estudio del trabajo con la que se busca normalizar y estandarizar el proceso de fabricación de las bobinas de papel tisú.

### 5.1 ETAPAS DEL PROYECTO

**5.1.1 Estudio de métodos.** En esta etapa inicial del proyecto se hará la selección del trabajo que se va a estudiar, se registrarán los datos para su posterior análisis. Con la ayuda de los operarios y los supervisores del área, se establecerá un método de trabajo adecuado.

Toda esta información estará documentada en una serie de diagramas que facilitarán el análisis del proceso, identificando las actividades con posibilidad de mejora y las que puedan resultar innecesarias dentro del proceso. Esto se realizará por medio de la observación y entrevistas a los colaboradores del área.

**5.1.2 Estudio de tiempos.** En la segunda etapa durante la medición del trabajo, se determinarán los ciclos de estudio, los suplementos, el desempeño de los operadores, se dividen las operaciones en elementos para tener una medición más precisa y con un cronometro digital Casio por medio de la opción *Split*, se realizará la toma de tiempos de los elementos una vez identificados. Una vez finalizada la toma de tiempos y los cálculos correspondientes al tiempo estándar, se analizarán la información identificando actividades que puedan retrasar el flujo del proceso y con ello reducir en lo posible el tiempo de las actividades.

**5.1.3 Documentación normalizada y estandarizada.** Una vez realizado el levantamiento del proceso con la información necesaria se realizará una guía de operaciones donde estarán descritas las operaciones que debe realizar cada uno de los operarios del área de la máquina de papel, se definirá el tiempo estándar de las actividades y la capacidad de producción de la máquina de papel según los datos registrados durante el estudio.



## **6. APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TRABAJO**

En este capítulo se encuentra documentado la descripción del procedimiento, el análisis del método actual, utilizado por los operarios para la producción de pulpa y el desmonte de la bobina, se dan a conocer los tiempos de operación, sus respectivos suplementos y se dan a conocer los problemas que se pueden presentar durante el proceso de fabricación del papel tisú, como también recomendaciones respecto a las problemáticas detectadas.

También se muestran los diagramas relacionados con el procedimiento que nos permiten realizar el estudio de forma más clara entre ellos están: el diagrama de operaciones del proceso, el diagrama de recorridos y el diagrama analítico del proceso. Apoyado en los diferentes diagramas se puede detectar las posibilidades de mejora y se ilustra de forma más sencilla los desperdicios presentados en el método actual.

De igual manera se presentan la tabla de suplementos, los cuadros de registro de los tiempos del proceso actual como el estudio y el cálculo del tiempo estándar y finalmente las recomendaciones necesarias.

### **6.1 MÉTODO ACTUAL DEL PROCESO**

A continuación se describirá el proceso de producción del papel tisú el cual inicia con la elaboración de pasta o pulpa que está compuesta por papel bond y fibras de celulosa virgen, seguido pasa por un proceso de refinado y depuración antes de entrar a la mesa de formación y zona de secado para así finalmente ser bobinado.

### **6.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

Inicialmente se realiza la selección y pesaje del material duro, para esto se toma el papel bond color, se lleva hasta la báscula donde se verifica el peso de la cantidad que será adicionada según la receta suministrada por gerencia, posterior al pesaje se deposita en el hidropulper, se adiciona la cantidad de agua necesaria para iniciar el molido del material, el operario toma el tarro de bactericida y lo vierte en el beaker hasta la medida de 400 ml para adicionarlos al hidropulper, realiza la misma operación con el blanqueador el cual se usa para decolorar y limpiar la mezcla de pulpa. Se realiza las mismas operaciones con el papel bond

blanco (excepto agregar químicos), si es necesario se agrega más agua para facilitar el molido del material, el cual se deja moler por aproximadamente 40 minutos.

Durante ese tiempo el operario verifica los niveles de la tina y el tanque de almacenamiento de pulpa, de ser necesario transportan hacia el área del hidropulper las colas y sabanas sobrantes de los procesos de bobinado y corte para reprocesar el papel (las colas y sabanas son clasificadas como fibra corta).

Una vez desintegrado el material duro, se toman las láminas de celulosa de eucalipto (fibra corta), se transporta a la báscula para realizar el pesaje y se adicionan en el hidropulper, seguido a esto se realiza la misma operación con las láminas de celulosa de pino (fibra larga).

Posterior a ello, el operario toma el bactericida y mide 400 ml haciendo uso del beaker para adicionarlos a la mezcla, la cual se deja moler por aproximadamente 10 minutos, el operario verifica de manera visual y táctil la consistencia de la mezcla antes de ser bombeada al tanque y posteriormente a la tina de almacenamiento.

Uno de los operarios revisa el nivel de la tina, dependiendo de su nivel se abre la llave de paso desde el tanque hacia la tina, para mantener un nivel adecuado para la alimentación de la máquina, posteriormente se transporta la pulpa por medio de tuberías hacia el refinador, el cual posee dos discos giratorios que realizan una desintegración más fina del papel.

Una vez refinada la pulpa, ésta va hacia la caja de nivel, donde se regula el paso de la cantidad pasta. Al pasar por la caja de nivel inicia un proceso de depuración, el cual restringe el paso de los elementos que hayan podido caer en la mezcla durante el proceso de molido en el hidropulper, para ello se cuenta con un depurador ciclónico el cual separa las partículas más pesadas que se encuentran en la pulpa, el depurador consiste en un cono que posee una salida superior para la pasta aceptada y una boquilla inferior para las partículas que son rechazadas, los objetivos principales de la depuración son: obtener un papel limpio, evitar roturas y desgastes en la fabricación.

Lo siguiente es la entrada de la pulpa a la máquina de papel, el head box es la encargada distribuir y dar salida a la pasta sobre la mesa de formación, la pasta toma forma de lámina delgada, ancha y uniforme, es transportada por una malla

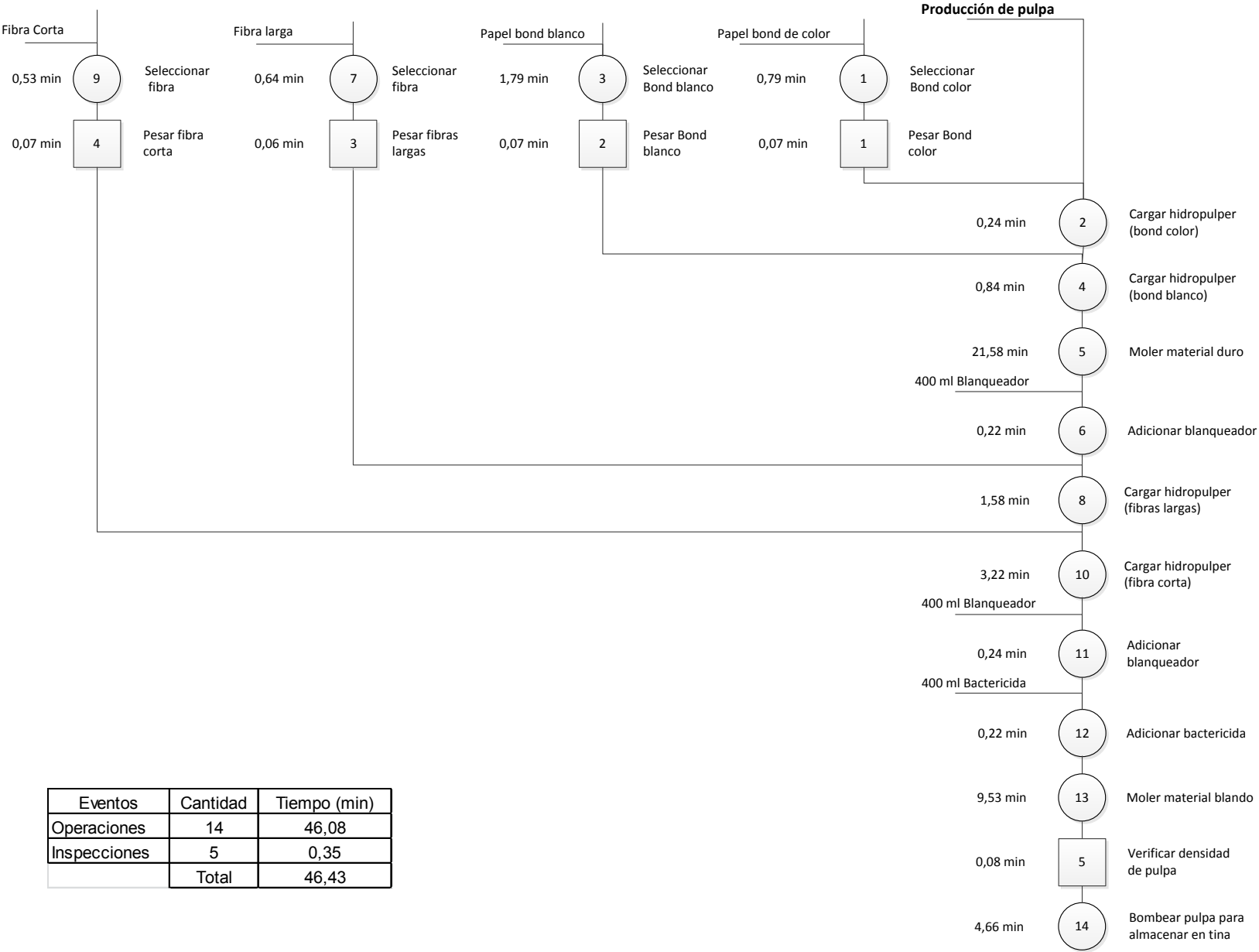
pasando por diferentes foils que están a lo largo de la mesa de formación, los cuales buscan reducir la máxima cantidad de agua por efecto de desgote antes de pasar por las bombas de vacío.

Al final de la mesa de formación la malla hace contacto con el fieltro donde se hace la transferencia de la pasta y ésta es transferida al yankee donde se realiza el proceso de secado, el yankee al terminar el giro choca con la cuchilla crepadora la cual desprende el papel seco éste se enrolla en el tubo de core, el cual ha sido dispuesto sobre el pope reel, cuando el papel llega a la marca designada se cambia el tubo de core.

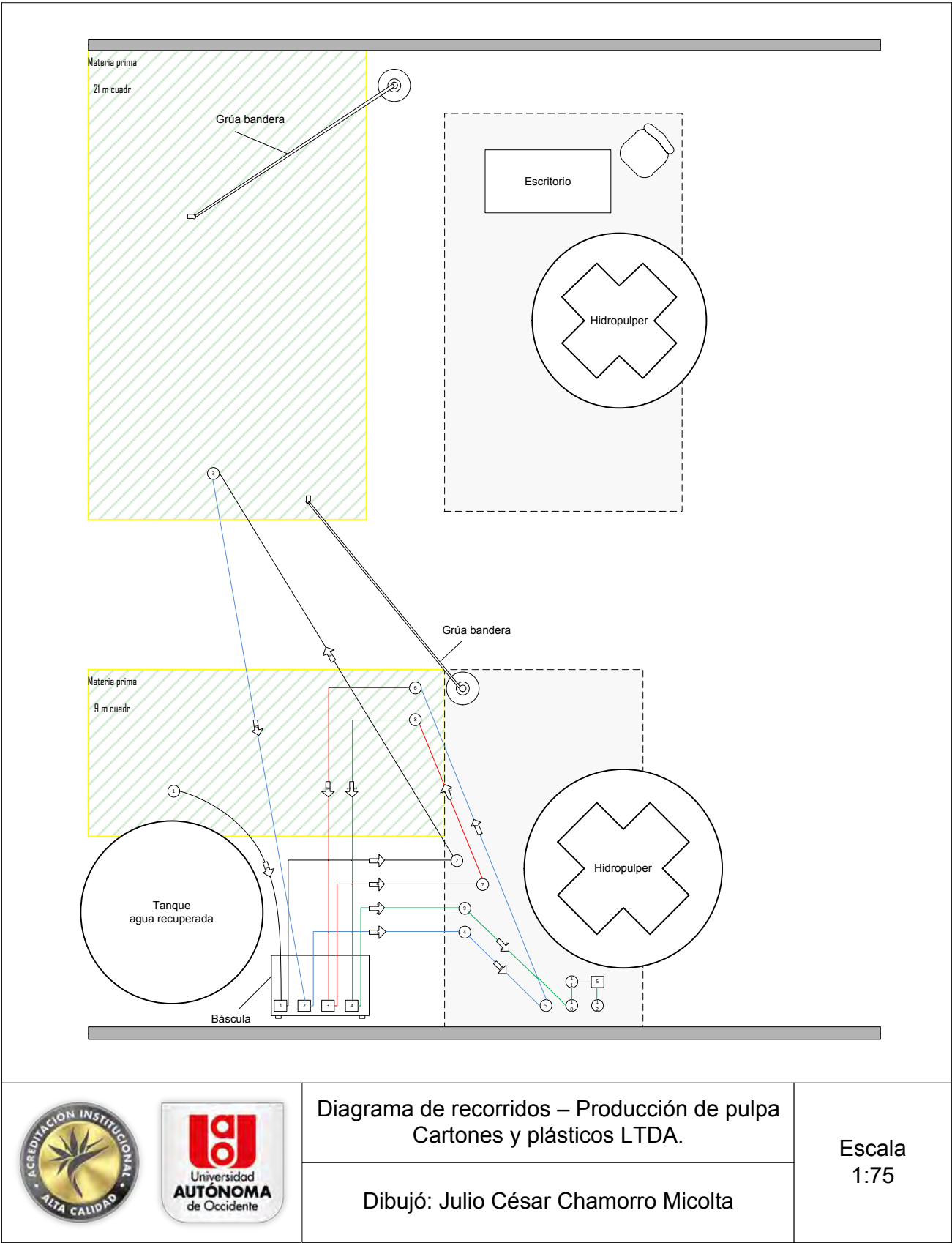
Para el cambio de la bobina se toma con ayuda de la grúa se lleva hasta la báscula para tomar su peso, después es transportada cerca a la oficina donde se toma una muestra del papel, la cual es cortada en diez (10) partes de 25x25 cm para verificar el gramaje del papel. Finalmente la bobina es marcada y transportada hacia el área de almacenamiento.

6.2.1 DOP – Producción de pulpa.

Figura 6. Diagrama de operaciones del proceso – Producción de pulpa



6.2.2 Diagrama de recorrido – Producción de pulpa.  
 Figura 7. Diagrama de recorrido – Producción de pulpa



**6.2.2.1 Análisis de diagrama de recorrido, producción de pulpa.** El diagrama de recorrido de la producción de pulpa se realizó con la finalidad de estudiar los desplazamientos realizados por los operarios durante el desarrollo de las diferentes actividades en el podemos encontrar varias observaciones como:

- El área donde se tiene la materia prima más cercana al hidropulper que se utiliza con mayor continuidad es mucho más pequeña que la otra.
- Se observan que los recorridos de los operadores varían dependiendo de la posición donde se encuentren situada la materia prima.
- Cuando se utiliza el hidropulper con mayor área para posicionar la materia prima se deben hacer recorridos más largos debido a la verificación del peso de los materiales que se utilizaran para el molido y producción de pulpa.
- Hay un pasillo el cual se debe procurar mantener despejado aunque ocasionalmente se ve obstaculizado por materia prima esperando por ser procesada, lo que dada una situación de emergencia podría presentar inconvenientes para los operadores que se encuentren en el área realizando actividades en ese momento.

### 6.2.3 DAP – Producción de pulpa.

**Figura 8. Diagrama analítico del proceso – Producción de pulpa**

Ubicación: Cartones y plásticos LTDA.		Resumen			
Actividad: Producción de pulpa		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros
Fecha:		Operación	14		
Operadores: Área hidropulper	Analista: Julio César Ch.	Transporte	13		
Método: Actual		Demora			
Tipo: Material		Inspección	5		
Comentarios: se presentan varios transportes que pueden ser combinados con la verificación de peso lo cual podrá reducir el total de distancia recorrida por los operarios.		Almacenaje			
		Tiempo (min)	60,04		
		Distancia (m)	51		
		Costo			
Descripción de la actividad	Símbolo	Tiempo (min)	Distancia (m)	Método recomendado	
Selección de bond color		0,93			
Se lleva a la bascula		0,52	4	Se podría usar una bascula de gancho para combinar operaciones	
Pesaje de material		0,08			
Se lleva al hidropulper		0,14	3		
Se deposita el papel al hidropulper		0,27			
Camina hasta el papel bond blanco		0,14	6		
Selección bond blanco		2,12			
Se lleva a la bascula		0,65	6	Se podría usar una bascula de gancho para combinar operaciones	
Pesaje de material		0,08			
Se lleva al hidropulper		0,28	3		
Se carga la Hidropulper		3,32			
Camina hasta los químicos		0,06	1		
Adicionar 400 ml de blanqueador		0,26			
Molido de material duro		24,99			
Camina hasta la fibra larga		0,14	5		
Selecciona la fibra larga		0,74			
Se lleva a la bascula(F. Larga)		0,56	5	Se podría usar una bascula de gancho para combinar operaciones	
Se realiza pesaje		0,07			
Se lleva al hidropulper		0,25	3		
Se carga la Hidropulper		1,85			
Camina hasta la fibra corta		0,13	6		
Selecciona la fibra corta		0,62			
Se lleva a la bascula(F. Corta)		0,52	5	Se podría usar una bascula de gancho para combinar operaciones	
Se realiza pesaje		0,08			
Se lleva al hidropulper		0,34	3		
Se carga la Hidropulper		3,72			
Camina hasta los químicos		0,06	1		
Adicionar 400 ml de blanqueador		0,28			
Adicionar 400 ml de bactericida		0,25			
Molido de material blando		11,05			
Verificar visualmente la mezcla		0,09			
Bombear mezcla al tanque		5,45			
		60,04	51		

#### 6.2.4 Guía de operaciones y descripción del proceso de producción de pulpa.

- La materia prima es transportada por el montacargas al área de la hidropulper, esta se acomoda donde el operario lo vea conveniente.

**Figura 9. Montacargas transportando materia prima**



- los operarios seleccionan el material duro (bond color), ya que éste debe permanecer más tiempo en el proceso.

**Figura 10. Selección de bond color para pesaje**



- Se transporta el material hacia la báscula y se ajusta la cantidad necesaria para lograr el peso indicado en la receta.

**Figura 11. Pesaje de papel bond color**





- Una vez realizado el pesaje, se transporta el bond color hacia la zona de alimentación del hidropulper.

**Figura 12. Adición de papel bond color al hidropulper**



- Los operarios seleccionan el material duro (bond blanco) para realizar el pesaje.

**Figura 13. Selección de papel bond blanco**



- Con la grúa bandera se transportada el materia hacia la báscula y se ajusta la cantidad necesaria para lograr el peso indicado en la receta.

**Figura 14. Pesaje de papel bond blanco**



- Una vez realizado el pesaje, haciendo uso de la grúa bandera se transporta el papel bond hacia la zona de alimentación y se carga el hidropulper.

**Figura 15. Transporte de papel bond**



**Figura 16. Adición de papel bond blanco**



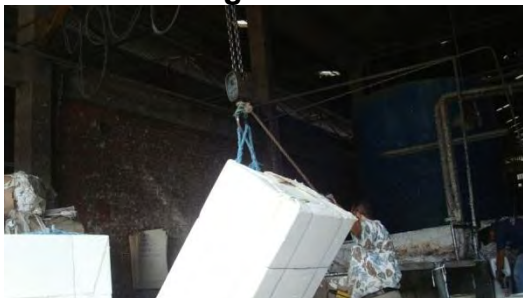
- Haciendo uso de un beaker se miden 400 ml de blanqueador y se agrega al hidropulper.

**Figura 17. Medición de blanqueador**



- Haciendo uso de la grúa bandera se toman las fibras (corta y larga) y son transportadas a la báscula.

**Figura 18. Transporte de fibras con grúa bandera.**



- La fibra corta proviene de eucalipto y la fibra larga de pino, otra forma de diferenciar las fibras, es rasgando una de las láminas, de esta manera podemos notar fácilmente sus diferencias.

**Cuadro 5 – Diferenciación de fibras**

Fibra Corta	Fibra Larga
	
	

- Se realiza el pesaje según la receta (los bloques de fibra pesas aproximadamente 240 kg).

**Figura 19. Pesaje de fibra**



- Se transportan las fibras (material blando) usando la grúa bandera hacia la zona de alimentación de la hidropulper.

**Figura 20. Transporte de fibra hacia hidropulper**



- Con la cizalla se cortan los alambres que sujetan la fibra y se integran al papel bond que esta en el hidropulper.

**Figura 21. Corte de alambre con cizalla**



**Figura 22. Adición de fibra al hidropulper**



- Se adiciona otros 400 ml de blanqueador medidos en el beaker.

**Figura 23. 400 ml de blanqueador**



- Se mide en otro beaker 400 ml de bactericida se agrega a la pulpa y se deja mezclar antes de ser bombeado hacia el tanque de almacenamiento.

**Figura 24. 400 ml de bactericida**



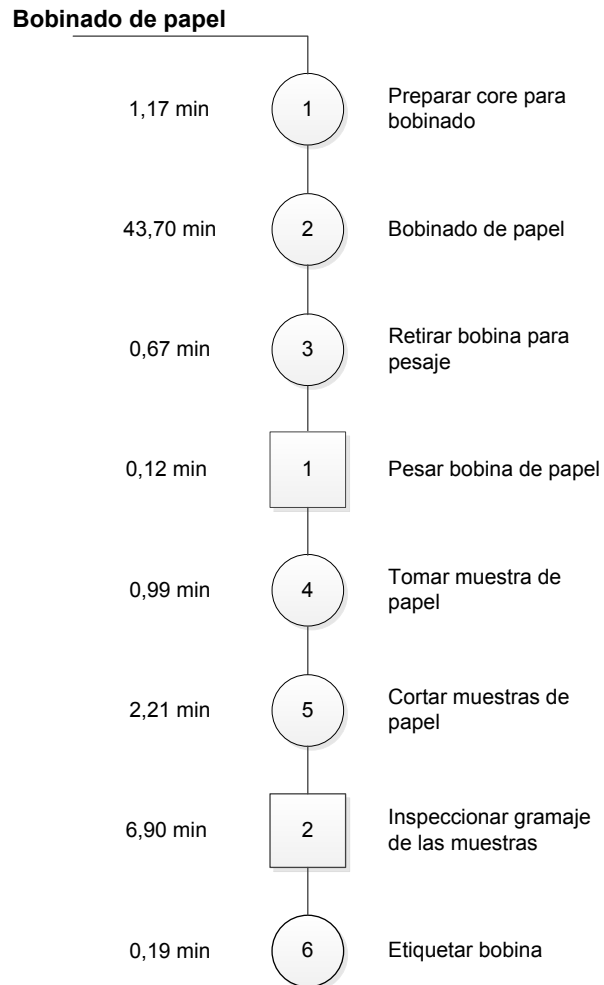
- Se toman los alambres con el que se sujetan las fibras, se enrollan y se ubican en el lugar designado.

**Figura 25. Recolección de alambre**



### 6.2.5 DOP – Bobinado y desmonte de bobina.

**Figura 26. Diagrama de operaciones del proceso – Bobinado y desmonte de bobina**



Eventos	Cantidad	Tiempo (min)
Operaciones	6	48,93
Inspecciones	2	7,02
	Total	55,95



6.2.6 Diagrama de recorrido – Bobinado y desmonte de bobina.  
 Figura 27. Diagrama de recorrido – Bobinado y desmonte de bobina

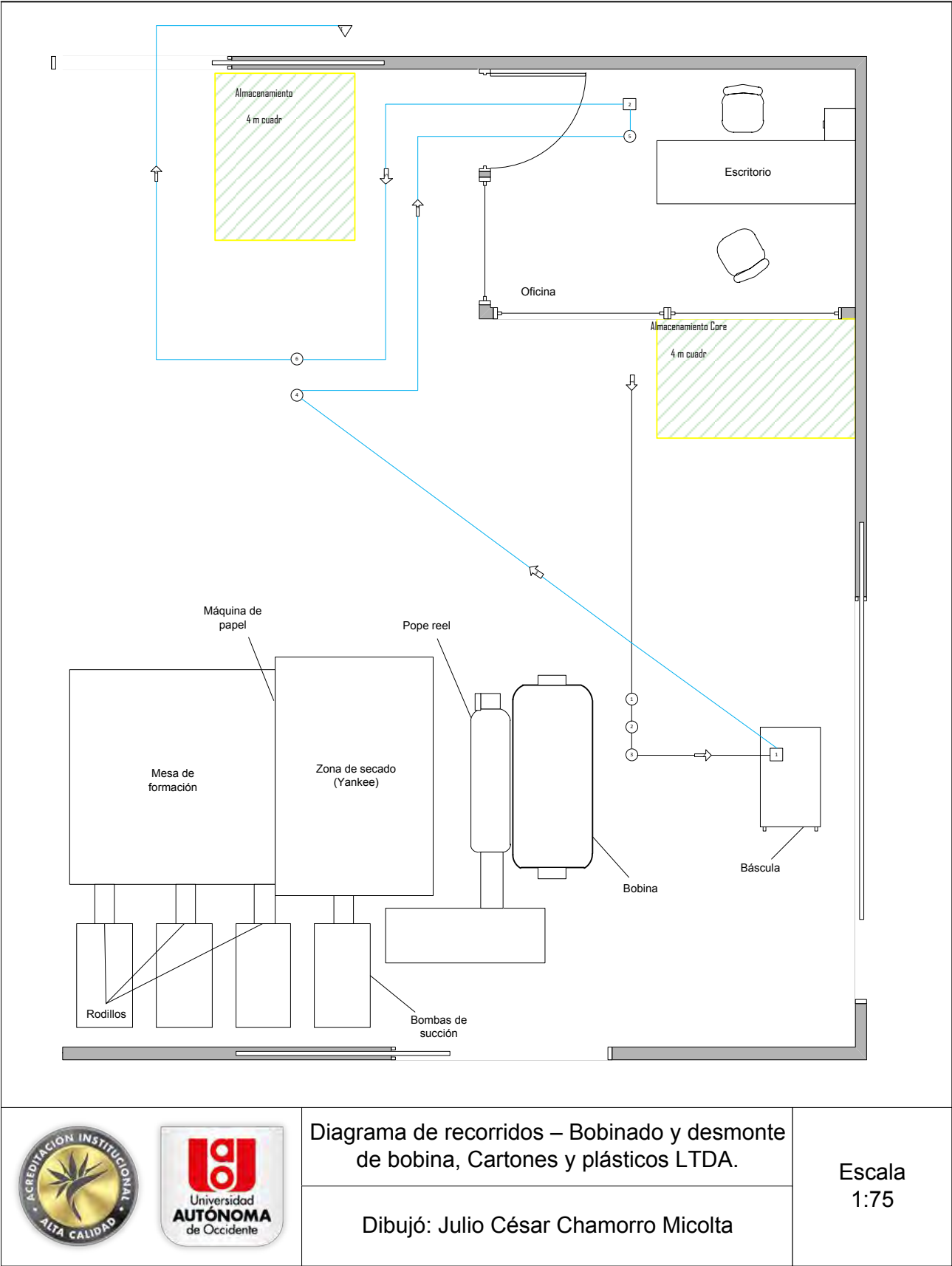


Diagrama de recorridos – Bobinado y desmonte de bobina, Cartones y plásticos LTDA.

Dibujó: Julio César Chamorro Micolta

Escala  
1:75



### 6.2.6.1 Análisis del diagrama de recorrido, bobinado y desmonte de bobina.

El diagrama de recorrido se realiza con la finalidad de ver los recorridos realizados por los operadores durante el desarrollo de las actividades durante el desmonte de la bobina de papel tisú. En el diagrama no se aprecian situaciones relevantes.

### 6.2.7DAP – Bobinado y desmonte de bobina.

**Figura 28. Diagrama analítico del proceso – Bobinado y desmonte de bobina**

Ubicación: Cartones y plásticos LTDA.		Resumen			
Actividad: Bobinado de papel		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros
Fecha:		Operación	6		
Operadores: Área convertidor	Analista: Julio César Ch.	Transporte	6		
Método: Actual		Demora			
Tipo: Operarios (MO)		Inspección	2		
Comentarios:		Almacenaje	1		
		Tiempo (min)	66,54		
		Distancia (m)	43		
		Costo			
Descripción de la actividad	Símbolo	Tiempo (min)	Distancia (m)	Método recomendado	
Se lleva el core hacia la máquina		0,08	4		
Preparar core para bobinado		1,35			
Bobinado de papel		51,22			
Retirar bobina para pesaje		0,78			
Llevar la bobina hasta la báscula		0,21	2		
Pesar bobina		0,14			
Mover bobina		0,50	9		
Tomar muestra de papel		1,14			
Ir a la oficina		0,14	6		
Corte de muestras		2,51			
Inspeccionar gramaje de muestras		7,82			
Ir hacia el rollo		0,14	7		
Etiquetar rollo		0,21			
A zona de almacén		0,30	15		
Almacenar		-			
		66,54	43		

### 6.2.8 Guía de operaciones y descripción del proceso para bobinado y desmonte de bobina.

- Se apoya el eje sobre el recibidor, se toma un core (tubo donde se bobinara el papel), para cubrir el eje.

**Figura 29. Ubicación de core en eje**



- Se ubica un pedazo de tubo de PVC donde se sujetara por medio de los ganchos (esto permite que el eje pueda seguir girando libremente) y se asegura la posición del core con el seguro del eje.

**Figura 30. Ubicación de seguro del eje**



- Se ubican los ganchos en los tubos de PVC y se levanta el eje para ubicarlo por detrás del pope reel.

**Figura 31. Transporte de eje**



**Figura 32. Posición de tubo**



Cuando el seguro del core llega al lugar marcado en la estructura de la máquina se realiza el cambio de este, para enrollar una nueva bobina.

- Se eleva la bobina con ayuda de la grúa y se toma el tubo preparado previamente y se ubica sobre el pope reel rompiendo el papel de la bobina y envolviéndose en el.

**Figura 33. Indicador de cambio de tubo**



**Figura 34. Cambio de tubo**



- Se lleva la bobina hasta la báscula para realizar el pesaje. Para esto se retira el seguro eje, a la medida registrada se le restan 60kg que es el peso del conjunto eje y seguro.

**Figura 35. Pesaje de bobina**



- Se ubica la bobina sobre un carrito transportador para despejar el área de la báscula.

**Figura 36. Transporte de bobina**



- Se quita el eje de la bobina y se prepara con un nuevo core (puntos a-c).

**Figura 37. Eje siendo retirado de la bobina**



- Se quitan algunas capas de papel las cuales no están tensionadas, se realiza dos cortes horizontales para tomar una muestra del papel

**Figura 38. Quita capas de papel sin tensión**



**Figura 39. Corte de papel, para muestra**



**Figura 40. Doble de la muestra de papel**



- Una vez se tiene la muestra de papel se lleva a la oficina y se corta en diez (10) partes de 20x25 cm.

**Figura 41. Corte de muestras**



- Una vez realizado los cortes, se realiza el pesaje una a una de las muestras en la gramera para la verificación de gramaje (Señorial 15gr o Mega rollo 17gr) y se registran los datos en el formato correspondiente.

**Figura 42. Gramera**



- Se realiza el etiquetado de la bobina donde se registra número de la bobina, peso, gramaje y el tipo de papel que se formara con ella.



**Figura 43. Marcado de bobina**



- Finalmente la bobina transporta a la zona de almacenamiento donde se ubica en estiba hasta su uso en la siguiente etapa de rebobinado.

**Figura 44. Transporte de bobina**



### **6.3 TOMA DE TIEMPOS**

A continuación se muestra los tiempos registrados durante las actividades realizadas en la empresa Cartones y plásticos Ltda.

**6.3.1 Registro de tiempos.** Para realizar la toma de tiempos se hizo uso de un cronometro digital con la función de Split, la cual permite guardar hasta sesenta (60) registros en un ciclo.

**6.3.2 Suplementos.** Es una fracción de tiempo de compensación para el estudio de tiempo, ya que ningún operario puede mantener su ritmo de trabajo durante el transcurso de todo el turno, estos suplementos toman en cuenta las interrupciones, demoras y disminuciones en el paso por causa de la fatiga.

Los suplementos constantes incluyen las necesidades personales como por ejemplo, beber agua e ir al baño, como también incluye la fatiga básica que toma en cuenta la energía consumida por el operador durante el turno.

Los suplementos variables fueron seleccionados dadas las condiciones de trabajo en la que se realizan las actividades del proceso, los operadores trabajan de pie bajo una atmosfera de ruido continuo y haciendo uso de su fuerza física para mover cargas promedio de 30 lb.

En el cuadro 6 se muestran los suplementos anteriormente mencionados, para compensar la fatiga o las demoras que puedan presentarse durante el desarrollo de las actividades del proceso.

#### **Cuadro 6. Suplementos debido al proceso**

<b>Suplementos constantes</b>	<b>%</b>
Personal	5
Fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
De pie	2
Uso de la fuerza	5
Ruido continuo	1
Total	17

**Fuente:** NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris. Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 10 Ed. México: Alfaomega, 2001. 386 p.

Inicialmente se identificaron los elementos que componen el proceso para la producción de pulpa y se realizó la toma de tiempos para cada uno de esos elementos identificados.

Producción de pulpa: para realizar el análisis se dividió en veinticinco (25) elementos los cuales son los siguientes.

Elemento 1: inicia el momento en que el operario realiza la selección del papel bond color.



Elemento 2: inicia cuando el operario toma el papel bond color seleccionado, lo engancha con la grúa bandera y lo transporta hasta la báscula.

Elemento 3: inicia cuando se pone el papel bond color en la báscula para verificar el peso que se va a integrar en el hidropulper.

Elemento 4: inicia cuando se transporta el papel bond color desde la báscula hasta el hidropulper.

Elemento 5: inicia cuando se deposita el papel bond color en el hidropulper.

Elemento 6: inicia cuando el operario camina hacia el papel bond blanco para realizar su selección.

Elemento 7: inicia cuando el operario toma el papel bond blanco lo engancha en la grúa bandera y lo lleva hasta la báscula.

Elemento 8: inicia cuando se pone el papel bond blanco en la báscula para verificar el peso que se va a integrar en el hidropulper.

Elemento 9: inicia cuando se transporta el papel bond blanco desde la báscula hasta el hidropulper.

Elemento 10: inicia cuando se deposita el papel bond blanco en el hidropulper.

Elemento 11: inicia cuando el operario camina hacia los químicos para tomar el beaker donde se mide la proporción de blanqueador que debe adicionar a la pulpa.

Elemento 12: inicia cuando el operario, una vez agregado el papel bond color, da inicio a la desintegración del papel.

Elemento 13: inicia cuando se ha terminado de desintegrar el material duro (papel bond color y papel bond blanco) y el operario camina hacia la fibra larga y la transporta hasta la bascula.

Elemento 14: inicia cuando se ubica la fibra larga en la báscula para verificar el peso que se va a integrar en el hidropulper.

Elemento 15: inicia cuando se transporta la fibra larga desde la báscula hasta el hidropulper.

Elemento 16: inicia cuando se deposita la fibra larga al hidropulper.

Elemento 17: inicia cuando el operario camina hacia la fibra corta y la transporta a la báscula para realizar la verificación del pesaje.

Elemento 18: inicia cuando se realiza la verificación del pesaje de la fibra corta en la báscula.

Elemento 19: inicia cuando se transporta la fibra corta desde la báscula hasta el hidropulper.

Elemento 20: inicia cuando el operario deposita la fibra corta al hidropulper.

Elemento 21: inicia cuando el operario camina hacia los químicos para tomar el beaker, para medir y adicionar el blanqueador.

Elemento 22: inicia cuando el operario toma el beaker correspondiente al bactericida, realiza la medición y lo adiciona a la pulpa.

Elemento 23: inicia una vez adicionada las fibras largas y cortas en el hidropulper

Elemento 24: inicia una vez molido el material, el operario verifica de forma visual y táctil la consistencia de la pulpa.

Elemento 25: inicia una vez la pulpa tiene la consistencia deseada.

Para realizar el estudio de tiempos, fue necesario con ayuda del supervisor, definir el tiempo normal de los elementos descritos anteriormente para el proceso de producción de la pulpa.

Para definir la cantidad de observaciones necesarias, se tomo el promedio del tiempo normal de los elementos identificados en los procesos y se comparo con la Cuadro 4. Número recomendado de ciclos de observaciones (página 29 de éste documento), la cual nos recomienda quince (15) ciclos de observación.

**Cuadro 7. Medición de tiempo elementos 1 – 5, producción de pulpa**

Elemento	1) Seleccionan el papel bond color			2) Se toma el papel y se lleva hasta la báscula			3) Se toma el peso del material			4) Se lleva el material hasta la hidropulper			5) Se deposita el papel bond color		
Ciclo	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)
1	1,10	0,75	0,83	1,10	0,42	0,46	1,00	0,07	0,07	0,70	0,17	0,12	0,70	0,32	0,22
2	0,80	1,05	0,84	0,60	0,70	0,42	1,30	0,05	0,07	0,90	0,13	0,12	1,00	0,23	0,23
3	0,80	1,03	0,83	0,80	0,53	0,43	0,80	0,08	0,07	0,80	0,15	0,12	0,90	0,27	0,24
4	2,10	0,38	0,81	2,20	0,20	0,44	1,30	0,05	0,07	1,00	0,12	0,12	2,80	0,08	0,23
5	0,90	0,87	0,78	1,10	0,40	0,44	1,00	0,07	0,07	0,90	0,13	0,12	0,90	0,27	0,24
6	1,20	0,63	0,76	0,90	0,50	0,45	0,80	0,08	0,07	0,90	0,13	0,12	1,10	0,22	0,24
7	0,80	1,00	0,80	1,00	0,47	0,47	1,30	0,05	0,07	1,00	0,12	0,12	0,90	0,25	0,23
8	1,10	0,72	0,79	0,80	0,53	0,43	1,00	0,07	0,07	1,70	0,07	0,11	1,10	0,22	0,24
9	0,70	1,12	0,78	1,10	0,42	0,46	0,70	0,10	0,07	2,30	0,05	0,12	0,90	0,27	0,24
10	0,90	0,87	0,78	0,80	0,58	0,47	0,80	0,08	0,07	2,30	0,05	0,12	0,90	0,25	0,23
11	1,10	0,72	0,79	1,10	0,42	0,46	0,60	0,12	0,07	1,70	0,07	0,11	0,70	0,33	0,23
12	0,70	1,08	0,76	0,80	0,53	0,43	0,70	0,10	0,07	1,10	0,10	0,11	0,90	0,27	0,24
13	1,20	0,65	0,78	1,00	0,43	0,43	0,80	0,08	0,07	0,90	0,13	0,12	0,90	0,25	0,23
14	0,65	1,20	0,78	0,90	0,50	0,45	0,60	0,12	0,07	0,70	0,17	0,12	0,90	0,27	0,24
15	2,40	0,33	0,80	1,60	0,28	0,45	2,00	0,03	0,07	1,40	0,08	0,12	0,90	0,25	0,23

**Análisis del cuadro 7:** la variación de TC (tiempo cronometrado) y el desempeño del operario (Calificación del ritmo de trabajo - C) que se presenta en la ejecución del elemento 1, se debe a que en ocasiones el papel bond color, se encuentra de forma completa y en otras está en retazos dentro de costales, cuando este está en su forma completa los operarios cortan una parte o trozo de él y posteriormente es transportado y pesado, por otra parte cuando el papel bond color se encuentra en retazos los operadores deben tomarlo por partes bien sea en un costal o llevarlo hacia la báscula para ser pesado lo cual significa mayor consumo de tiempo. En la ejecución del elemento 2, se presenta una situación similar la cual depende del orden en que se tenga la materia prima para ser transportada.

**Cuadro 8. Medición de tiempo elementos 6 – 10, producción de pulpa**

Elemento	6) Seleccionan el papel bond blanco			7) Se lleva el papel a la báscula			8) Se realiza el pesaje			9) Se lleva al hidropulper			10) Se deposita el papel bond blanco		
Ciclo	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)
1	0,70	2,60	1,82	2,10	0,27	0,56	1,40	0,05	0,07	0,70	0,37	0,26	1,30	2,23	2,90
2	1,20	1,50	1,80	0,50	1,05	0,53	1,10	0,07	0,07	1,50	0,17	0,25	1,40	2,03	2,85
3	1,10	1,70	1,87	1,50	0,38	0,58	0,80	0,08	0,07	1,00	0,23	0,23	0,50	5,33	2,67
4	1,60	1,12	1,79	1,50	0,37	0,55	0,80	0,08	0,07	1,20	0,20	0,24	0,90	3,30	2,97
5	1,20	1,55	1,86	1,30	0,45	0,59	1,10	0,07	0,07	1,00	0,25	0,25	2,10	1,38	2,91
6	0,80	2,37	1,89	1,20	0,47	0,56	0,70	0,10	0,07	1,50	0,17	0,25	1,30	2,17	2,82
7	0,90	2,05	1,85	0,70	0,78	0,55	1,40	0,05	0,07	1,10	0,22	0,24	1,30	2,27	2,95
8	1,10	1,62	1,78	1,50	0,37	0,55	0,80	0,08	0,07	0,70	0,33	0,23	1,20	2,37	2,84
9	1,00	1,87	1,87	1,20	0,47	0,56	1,10	0,07	0,07	1,00	0,25	0,25	0,80	3,40	2,72
10	0,95	1,83	1,74	1,00	0,58	0,58	1,00	0,07	0,07	1,10	0,20	0,22	0,95	2,93	2,79
11	1,10	1,63	1,80	1,40	0,42	0,58	0,80	0,10	0,08	0,60	0,37	0,22	1,00	2,80	2,80
12	0,95	1,92	1,82	0,80	0,72	0,57	1,00	0,08	0,08	0,90	0,27	0,24	0,90	3,20	2,88
13	0,95	1,83	1,74	1,30	0,43	0,56	1,00	0,08	0,08	1,00	0,22	0,22	1,10	2,60	2,86
14	1,00	1,75	1,75	1,00	0,55	0,55	1,00	0,07	0,07	1,00	0,23	0,23	0,95	3,00	2,85
15	1,20	1,50	1,80	0,50	1,05	0,53	1,40	0,05	0,07	1,00	0,23	0,23	0,70	3,92	2,74

**Análisis cuadro 8:** la variación del TC en el elemento 7 y 9, relacionados con el transporte de material, se debe a la distancia donde se encuentra el material dado que esté no cuenta con un sitio específico donde ubicarlo.

**Cuadro 9. Medición de tiempo elementos 11 – 15, producción de pulpa**

Elemento	11) se mide y adicionan blanqueador			12) Se muele el bond (color y blanco)			13) Se toma la fibra larga y se lleva a báscula			14) Se pesa la fibra larga			15) Se lleva la fibra larga hasta el hidropulper		
Ciclo	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)
1	0,90	0,25	0,23	0,80	27,00	21,60	0,90	0,70	0,63	0,70	0,08	0,06	1,00	0,22	0,22
2	1,00	0,22	0,22	1,10	20,00	22,00	0,80	0,80	0,64	1,20	0,05	0,06	1,10	0,20	0,22
3	0,90	0,25	0,23	1,00	22,00	22,00	0,80	0,75	0,60	0,90	0,07	0,06	1,30	0,17	0,22
4	1,00	0,22	0,22	1,30	16,17	21,02	1,20	0,55	0,66	0,90	0,07	0,06	1,00	0,22	0,22
5	1,00	0,23	0,23	0,90	23,72	21,35	1,90	0,33	0,63	0,70	0,08	0,06	0,90	0,23	0,21
6	1,10	0,20	0,22	0,80	25,58	20,47	0,90	0,72	0,65	0,90	0,07	0,06	1,00	0,22	0,22
7	0,90	0,25	0,23	0,90	23,10	20,79	1,20	0,53	0,64	1,20	0,05	0,06	0,90	0,23	0,21
8	1,10	0,20	0,22	0,90	23,87	21,48	0,90	0,68	0,62	1,90	0,03	0,06	1,10	0,20	0,22
9	1,10	0,20	0,22	1,30	16,43	21,36	1,00	0,63	0,63	0,90	0,07	0,06	1,10	0,20	0,22
10	1,00	0,22	0,22	0,95	22,13	21,02	1,20	0,53	0,64	0,70	0,08	0,06	0,90	0,25	0,23
11	0,90	0,25	0,23	1,10	19,84	21,82	0,95	0,67	0,63	0,60	0,10	0,06	1,00	0,22	0,22
12	1,10	0,20	0,22	0,90	23,87	21,48	1,10	0,58	0,64	1,20	0,05	0,06	0,80	0,28	0,23
13	0,80	0,27	0,21	0,80	26,54	21,23	0,95	0,68	0,65	0,90	0,07	0,06	0,80	0,27	0,21
14	1,10	0,20	0,22	1,10	19,32	21,25	1,00	0,63	0,63	0,70	0,08	0,06	1,30	0,17	0,22
15	1,00	0,22	0,22	1,20	17,92	21,50	0,90	0,67	0,60	1,10	0,05	0,06	0,80	0,27	0,21

**Análisis cuadro 9:** la variación del TC en el elemento 12, se debe al tipo de material que se deposita en el hidropulper cuando es un bond muy grueso tarda más tiempo en ser molido, los operadores buscan hacer un balance y no depositar mucho papel grueso porque tarda más en deshacerse y esto les consumiría más tiempo en la preparación de la pasta.

**Cuadro 10. Medición de tiempo elementos 16 – 20, producción de pulpa**

Elemento	16) Se adiciona la fibra larga al hidropulper			17) Se toma la fibra corta y se lleva a báscula			18) Se pesa la fibra corta			19) se llevan las fibras hasta el hidropulper			20) Se adiciona la fibra corta al hidropulper		
Ciclo	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)
1	1,10	1,45	1,60	0,90	0,58	0,53	1,30	0,05	0,07	1,20	0,23	0,28	1,60	2,02	3,23
2	0,80	2,03	1,63	1,60	0,33	0,53	0,80	0,08	0,07	0,90	0,33	0,30	1,40	2,23	3,13
3	0,80	1,93	1,55	1,10	0,50	0,55	1,00	0,07	0,07	1,00	0,30	0,30	0,60	5,00	3,00
4	1,10	1,38	1,52	1,30	0,42	0,54	0,70	0,10	0,07	1,20	0,25	0,30	0,70	4,42	3,09
5	1,10	1,42	1,56	0,80	0,68	0,55	1,00	0,07	0,07	0,90	0,32	0,29	1,20	2,72	3,26
6	1,10	1,50	1,65	1,40	0,38	0,54	1,30	0,05	0,07	1,30	0,22	0,28	1,30	2,45	3,19
7	0,80	2,00	1,60	1,00	0,53	0,53	1,00	0,07	0,07	0,80	0,35	0,28	0,90	3,53	3,18
8	1,40	1,15	1,61	0,50	1,00	0,50	0,80	0,08	0,07	1,00	0,30	0,30	1,00	3,15	3,15
9	1,00	1,63	1,63	1,20	0,45	0,54	1,30	0,05	0,07	0,90	0,32	0,29	1,00	3,22	3,22
10	1,00	1,57	1,57	1,30	0,42	0,54	1,00	0,07	0,07	1,10	0,25	0,28	1,00	3,18	3,18
11	1,00	1,50	1,50	0,90	0,60	0,54	0,80	0,08	0,07	0,70	0,43	0,30	1,00	3,26	3,26
12	0,90	1,67	1,50	1,00	0,53	0,53	1,00	0,07	0,07	0,70	0,40	0,28	0,80	4,12	3,30
13	1,30	1,23	1,60	1,10	0,48	0,53	0,60	0,12	0,07	1,00	0,28	0,28	1,10	2,89	3,18
14	1,40	1,14	1,60	0,90	0,57	0,51	1,00	0,07	0,07	0,90	0,33	0,30	1,00	3,17	3,17
15	1,20	1,32	1,58	1,40	0,38	0,54	1,30	0,05	0,07	1,20	0,25	0,30	0,90	3,50	3,15

**Análisis cuadro 10:** como se menciona anteriormente la variación de TC en las actividades relacionadas con el transporte de la materia prima se deben a que no se adopta un lugar específico donde ubicar el material que se utilizara durante el turno.

**Cuadro 11. Medición de tiempo elementos 21 – 25, producción de pulpa**

Elemento	21) Se mide y adicionan blanqueador			22) Se mide y adicionan bactericida			23) Molido de fibras			24) verificación de la pulpa			25) Bombear mezccla		
Ciclo	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)
1	1,00	0,25	0,25	1,30	0,17	0,22	1,20	8,00	9,60	0,80	0,10	0,08	1,10	4,27	4,69
2	1,20	0,20	0,24	1,10	0,20	0,22	0,60	15,00	9,00	0,60	0,13	0,08	1,10	4,12	4,53
3	1,00	0,25	0,25	0,90	0,23	0,21	0,70	13,00	9,10	0,70	0,12	0,08	1,10	4,33	4,77
4	0,70	0,33	0,23	1,00	0,22	0,22	0,95	10,00	9,50	1,00	0,08	0,08	0,90	4,95	4,46
5	1,00	0,23	0,23	1,10	0,20	0,22	1,10	8,80	9,68	1,60	0,05	0,08	0,90	5,17	4,65
6	1,00	0,23	0,23	0,90	0,25	0,23	1,30	7,12	9,25	1,20	0,07	0,08	1,00	4,63	4,63
7	1,00	0,25	0,25	0,90	0,25	0,23	0,90	10,17	9,15	2,40	0,03	0,08	0,90	5,33	4,80
8	1,20	0,20	0,24	1,00	0,22	0,22	1,30	7,60	9,88	1,60	0,05	0,08	1,00	4,75	4,75
9	1,10	0,22	0,24	0,80	0,27	0,21	1,10	8,72	9,59	1,20	0,07	0,08	1,10	4,38	4,82
10	0,90	0,27	0,24	0,90	0,25	0,23	0,70	13,21	9,25	0,90	0,08	0,08	0,90	5,12	4,61
11	1,00	0,23	0,23	1,00	0,22	0,22	0,60	16,30	9,78	0,70	0,12	0,08	1,00	4,65	4,65
12	0,80	0,30	0,24	0,70	0,30	0,21	0,80	12,10	9,68	1,20	0,07	0,08	0,90	5,21	4,69
13	1,10	0,22	0,24	1,10	0,20	0,22	0,90	10,14	9,13	0,80	0,10	0,08	1,00	4,69	4,69
14	0,90	0,25	0,23	0,80	0,27	0,21	1,10	8,65	9,52	0,90	0,08	0,08	0,90	4,87	4,38
15	1,20	0,20	0,24	1,00	0,22	0,22	1,40	6,87	9,61	1,00	0,08	0,08	1,00	4,70	4,70

**Análisis cuadro 11:** la variación del TC en el elemento 23, se debe al tiempo considerado por el operario para que la pulpa se muele lo suficiente para ser bombeada a través de la rejilla con la que cuenta el hidropulper.



**Cuadro 12. Calculo de TS elementos 1 – 5, producción de pulpa**

	1) Seleccionan el papel bond color	2) Se toma el papel y se lleva hasta la báscula	3) Se toma el peso del material	4) Se lleva el material hasta la hidropulper	5) Se deposita el papel bond color
TC total (min)	12,40	6,92	1,15	1,67	3,73
TN promedio (min)	0,79	0,45	0,07	0,12	0,23
Número de observaciones	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
% Suplementos	17,00%	17,00%	17,00%	17,00%	17,00%
TS (min)	0,93	0,52	0,08	0,14	0,27

**Cuadro 13. Calculo de TS elementos 6 – 10, producción de pulpa**

	6) Seleccionan el papel bond blanco	7) Se lleva el papel a la báscula	8) Se realiza el pesaje	9) Se lleva al hidropulper	10) Se deposita el papel bond blanco
TC total (min)	26,83	8,35	1,10	3,70	42,93
TN promedio (min)	1,81	0,56	0,07	0,24	2,84
Número de observaciones	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
% Suplementos	17,00%	17,00%	17,00%	17,00%	17,00%
TS (min)	2,12	0,65	0,08	0,28	3,32

**Cuadro 14. Calculo de TS elementos 11 – 15, producción de pulpa**

	11) se mide y adicionan blanqueador	12) Se muele el bond (color y blanco)	13) Se toma la fibra larga y se lleva a báscula	14) Se pesa la fibra larga	15) Se lleva la fibra larga hasta el hidropulper
TC total (min)	3,37	327,48	9,47	1,00	3,33
TN promedio (min)	0,22	21,36	0,63	0,06	0,22
Número de observaciones	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
% Suplementos	17,00%	17,00%	17,00%	17,00%	17,00%
TS (min)	0,26	24,99	0,74	0,07	0,25

**Cuadro 15. Calculo de TS elementos 16 – 20, producción de pulpa**

	16) Se adiciona la fibra larga al hidropulper	17) Se toma la fibra corta y se lleva a báscula	18) Se pesa la fibra corta	19) se llevan las fibras hasta el hidropulper	20) Se adiciona la fibra corta al hidropulper
TC total (min)	22,93	7,87	1,07	4,57	48,85
TN promedio (min)	1,58	0,53	0,07	0,29	3,18
Número de observaciones	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
% Suplementos	17,00%	17,00%	17,00%	17,00%	17,00%
TS (min)	1,85	0,62	0,08	0,34	3,72

**Cuadro 16. Calculo de TS elementos 21 – 25, producción de pulpa**

	21) Se mide y adicionan blanqueador	22) Se mide y adicionan bactericida	23) Molido de fibras	24) verificación de la pulpa	25) Bombear mezcla
TC total (min)	3,63	3,45	155,67	1,23	71,17
TN promedio (min)	0,24	0,22	9,45	0,08	4,65
Número de observaciones	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
% Suplementos	17,00%	17,00%	17,00%	17,00%	17,00%
TS (min)	0,28	0,25	11,05	0,09	5,45

**Análisis cálculo de TS para la producción de pulpa:** después de tomado los tiempos para cada una de las actividades se realizó el cálculo del tiempo estándar necesario para cada uno de los elementos teniendo en cuenta los suplementos necesarios.

El tiempo estándar actual para la producción de la pulpa es de **60,04 min**, por lo dicho, en un turno de ocho (8) horas el proceso están en la capacidad de producir **ocho (8) cochadas** de pulpa para la producción del papel tisú. Esto nos permite calcular que, al día el proceso tiene la capacidad de realizar **24 cochadas**.

**Cuadro 17. TN elementos en el proceso de producción de pulpa**

Producción de pulpa	
Elemento	TN (min)
1	0,79
2	0,45
3	0,07
4	0,12
5	0,24
6	1,79
7	0,57
8	0,07
9	0,24
10	0,84
11	0,22
12	21,58
13	0,64
14	0,06
15	0,22
16	1,58
17	0,53
18	0,07
19	0,29
20	3,22
21	0,24
22	0,22
23	9,53
24	0,08
25	4,66

En el proceso de bobinado y desmonte de bobina se ejecutó la misma metodología, inicialmente se identificaron los elementos que componen el proceso para así, realizar la toma de tiempos de una manera más precisa.

Desmonte de bobina: para realizar el análisis se dividió en doce (12) elementos los cuales son los siguientes.

Elemento 1: inicia cuando se toma un tubo de core, se pone en el eje y se lleva hasta su ubicación.

Elemento 2: inicia cuando se pone el eje cubierto por el tubo de core, sobre el pope reel y se inicia el bobinado con el papel que sale de la máquina.

Elemento 3: inicia una vez el papel que esta el eje alcanza la marca señalada en el lateral de sus soportes.

Elemento 4: inicia una vez los operarios han bajado la bobina sobre la báscula para verificar el peso de la misma.

Elemento 5: inicia cuando el operario ubica la bobina en el carrito para ser transportada cerca de la oficina.

Elemento 6: inicia cuando se quitan de la bobina las capas que no tienen la suficiente tensión y se toma una muestra del papel.

Elemento 7: inicia cuando el operario hace el recorrido hasta la oficina con la muestra.

Elemento 8: inicia cuando el operario realiza el primer corte para obtener las muestras del papel.

Elemento 9: inicia después del corte una vez el operario empieza la medición del gramaje de las muestras.

Elemento 10: inicia cuando el operario termina la verificación del gramaje y éste camina hacia la bobina.

Elemento 11: inicia cuando el operario toma la crayola para realizar el marcado de la bobina (Número de bobina, gramaje y referencia).

Elemento 12: inicia cuando el operario empuja la bobina hasta su lugar de almacenamiento.

**Cuadro 18. Medición de tiempo elementos 1 – 6, bobinado y desmonte de bobina**

Elemento	1) Ubicación de core en eje hasta su ubicación			2) Bobinado de papel			3) Bajar la bobina del pope reel			4) pesaje de bobina			5) Montar bobina en carrito y mover			6) Quitar capaz sin tensión y se corta muestra		
Ciclo	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)
1	0,90	1,25	1,13	0,90	46,00	41,40	0,90	0,77	0,69	0,90	0,13	0,12	0,70	0,58	0,41	1,00	0,95	0,95
2	0,90	1,35	1,22	1,30	34,00	44,20	0,90	0,75	0,68	0,80	0,15	0,12	0,80	0,55	0,44	1,30	0,75	0,98
3	1,10	1,08	1,19	1,10	40,00	44,00	1,10	0,63	0,70	0,70	0,17	0,12	1,00	0,45	0,45	1,20	0,83	1,00
4	1,00	1,17	1,17	1,00	44,57	44,57	1,10	0,63	0,70	0,90	0,13	0,12	1,10	0,38	0,42	1,20	0,82	0,98
5	1,10	1,03	1,14	1,00	45,52	45,52	1,00	0,70	0,70	1,40	0,08	0,12	1,00	0,42	0,42	1,00	1,03	1,03
6	1,00	1,20	1,20	1,00	45,83	45,83	1,10	0,58	0,64	1,00	0,12	0,12	1,10	0,38	0,42	1,00	0,95	0,95
7	1,00	1,15	1,15	1,00	44,88	44,88	1,00	0,67	0,67	1,40	0,08	0,12	1,00	0,42	0,42	1,40	0,72	1,00
8	0,90	1,23	1,11	1,00	43,05	43,05	1,10	0,63	0,70	1,20	0,10	0,12	1,20	0,37	0,44	0,90	1,12	1,01
9	1,10	1,05	1,16	0,90	46,50	41,85	1,00	0,65	0,65	0,90	0,13	0,12	1,00	0,43	0,43	0,60	1,55	0,93
10	0,90	1,25	1,13	1,00	42,32	42,32	0,90	0,72	0,65	1,40	0,08	0,12	0,80	0,50	0,40	0,80	1,12	0,90
11	1,00	1,10	1,10	1,00	45,10	45,10	1,00	0,63	0,63	0,90	0,13	0,12	0,90	0,45	0,41	0,70	1,34	0,94
12	1,00	1,13	1,13	0,95	44,32	42,10	0,90	0,70	0,63	0,90	0,13	0,12	0,90	0,48	0,44	1,00	1,00	1,00
13	0,90	1,26	1,13	1,00	42,12	42,12	1,00	0,67	0,67	1,20	0,10	0,12	1,20	0,37	0,44	1,00	0,95	0,95
14	0,90	1,24	1,12	1,00	43,15	43,15	0,90	0,72	0,65	1,00	0,12	0,12	1,00	0,42	0,42	0,90	1,10	0,99
15	1,00	1,22	1,22	0,90	46,68	42,02	1,00	0,70	0,70	1,20	0,10	0,12	1,30	0,33	0,43	0,80	1,20	0,96

**Análisis cuadro 18:** en el elemento 2, al realizar el bobinado, el pope reel de la máquina gira a una velocidad promedio de **380 m/min**.

**Cuadro 19. Medición de tiempo elementos 7 – 12, bobinado y desmonte de bobina**

Elemento	7) Caminar hasta la oficina			8) Realiza los cortes de las muestras			9) Pesaje de las muestras			10) Caminar hasta la bobina			11) Marcar la bobina			12) Llevar la bobina a la zona de almacenaje		
Ciclo	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)	C	TC (min)	TN (min)
1	0,90	0,13	0,12	0,90	2,50	2,25	0,90	7,60	6,84	0,90	0,13	0,12	0,70	0,25	0,18	1,00	0,25	0,25
2	0,80	0,15	0,12	0,90	2,25	2,03	1,10	6,00	6,60	0,80	0,15	0,12	1,10	0,17	0,18	1,00	0,27	0,27
3	0,70	0,17	0,12	0,90	2,33	2,10	1,00	7,05	7,05	0,70	0,17	0,12	0,90	0,20	0,18	0,90	0,30	0,27
4	1,00	0,12	0,12	0,90	2,28	2,06	1,00	6,57	6,57	1,00	0,12	0,12	1,00	0,18	0,18	1,20	0,22	0,26
5	1,20	0,10	0,12	1,00	2,13	2,13	0,90	7,27	6,54	1,20	0,10	0,12	1,10	0,17	0,18	1,00	0,25	0,25
6	0,90	0,13	0,12	1,00	2,20	2,20	0,80	7,88	6,31	0,90	0,13	0,12	1,20	0,15	0,18	1,10	0,23	0,26
7	1,00	0,12	0,12	1,00	2,05	2,05	1,00	6,40	6,40	1,00	0,12	0,12	0,80	0,22	0,17	1,00	0,27	0,27
8	1,20	0,10	0,12	1,00	2,27	2,27	1,20	5,82	6,98	1,20	0,10	0,12	0,90	0,20	0,18	0,90	0,28	0,26
9	1,40	0,08	0,12	1,10	1,97	2,16	0,90	7,25	6,53	1,40	0,08	0,12	1,10	0,17	0,18	1,10	0,23	0,26
10	1,00	0,12	0,12	0,90	2,31	2,08	0,95	7,15	6,79	1,00	0,12	0,12	1,10	0,17	0,18	0,80	0,33	0,27
11	1,20	0,10	0,12	0,70	3,14	2,20	0,95	7,12	6,76	1,20	0,10	0,12	1,20	0,15	0,18	1,00	0,25	0,25
12	0,90	0,13	0,12	1,20	1,84	2,21	1,00	6,51	6,51	0,90	0,13	0,12	0,90	0,20	0,18	0,90	0,30	0,27
13	0,70	0,17	0,12	0,90	2,34	2,11	0,95	7,23	6,87	1,20	0,10	0,12	0,90	0,22	0,20	1,30	0,20	0,26
14	1,00	0,12	0,12	1,00	2,15	2,15	0,95	7,15	6,79	1,00	0,12	0,12	1,50	0,13	0,20	1,10	0,23	0,26
15	1,00	0,12	0,12	1,00	2,13	2,13	0,95	7,13	6,78	1,00	0,12	0,12	1,00	0,18	0,18	0,80	0,32	0,25

**Análisis cuadro 19:** se presenta una pequeña variación en el TC del Elemento 7, se debe a la ubicación donde los operarios dejan la bobina después de realizar el pesaje y antes de ir a la oficina.

**Cuadro 20. Calculo de TS elementos 1 – 5, bobinado y desmonte de bobina**

	1) Ubicación de core en eje hasta su ubicación	2) Bobinado de papel	3) Bajar la bobina del pop reel	4) pesaje de bobina	5) Montar bobina en carrito y mover
TC total (min)	17,71	654,04	10,15	1,77	6,53
TN promedio (min)	1,15	43,78	0,67	0,12	0,43
Número de observaciones	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
% Suplementos	17,00%	17,00%	17,00%	17,00%	17,00%
TS (min)	1,35	51,22	0,78	0,14	0,50

**Cuadro 21. Calculo de TS elementos 6 – 10, bobinado y desmonte de bobina**

	6) Quitar capaz sin tensión y se corta muestra	7) Caminar hasta la oficina	8) Realiza los cortes de las muestras	9) Pesaje de las muestras	10) Caminar hasta la oficina
TC total (min)	15,43	1,85	33,90	104,13	1,78
TN promedio (min)	0,97	0,12	2,14	6,69	0,12
Número de observaciones	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
% Suplementos	17,00%	17,00%	17,00%	17,00%	17,00%
TS (min)	1,14	0,14	2,51	7,82	0,14



**Cuadro 22. Calculo de TS elementos 11 – 12, bobinado y desmonte de bobina**

	11) Marcar la bobina	12) Llevar la bobina a la zona de almacenaje
TC total (min)	2,75	3,93
TN promedio (min)	0,18	0,26
Número de observaciones	15,00	15,00
% Suplementos	17,00%	17,00%
TS (min)	0,21	0,30

**Análisis cálculo de TS para el desmonte de la bobina:** después de tomado los tiempos para cada uno de los elementos, se realizó el cálculo del tiempo estándar necesario para cada uno de los elementos teniendo en cuenta los suplementos necesarios.

El tiempo estándar actual para el bobinado y desmonte de una bobina de papel tisú es de **66,54 min**, por lo dicho, en un turno de ocho (8) horas el proceso están en la capacidad de producir **siete (7) bobinas**. Esto nos permite calcular que, al día el proceso actualmente tiene la capacidad de realizar **21 bobinas**, (Se trabaja con la maquina por debajo de su capacidad bobinando a una velocidad promedio de 380 m/min).

**Cuadro 23. TN elementos en el proceso para bobinado y desmonte de bobina**

Desmonte de bobina	
Elemento	TN (min)
1	1,17
2	43,70
3	0,67
4	0,12
5	0,43
6	0,99
7	0,12
8	2,21
9	6,90
10	0,12
11	0,19
12	0,26

**6.3.3 Resumen toma de tiempos.** En el siguiente cuadro se describe en resumen las operaciones, transportes, inspecciones y demás actividades realizadas para la producción del papel tisú desde la producción de la pulpa en el área del hidropulper.

**Cuadro 24. Cuadro resumen para la elaboración del papel tisú**

Resumen			
Actividad	Producción de pulpa	Bobinado de papel	Totales
Operación	14	6	20
Transporte	13	6	19
Inspección	5	2	7
Almacenaje		1	1
TS (min)	60,04	66,54	126,58
Distancia (m)	51	43	94

**Análisis del cuadro 24:** sin tener pulpa en la tina de almacenamiento de la máquina de papel, la primera bobina tardaría en producirse **126,58 min** (aproximadamente 2,11 h) a partir de ese momento cada nueva bobina será producida con un tiempo estándar de **66,54 min** el cual es el tiempo transcurrido

desde que se ubica el core para el bobinado del papel, hasta que la bobina es retirada, inspeccionada y almacenada.

Es decir al iniciar un turno después de una parada de mantenimiento u otro motivo que incluya la limpieza o vacío de la tina de almacenamiento, la primera bobina saldrá en las primeras **2,11 h** y las próximas bobinas cada **66,54 min** lo que nos da como resultado para ese turno un aproximado de **5,3  $\approx$  5** en las **5,89 h** restantes ( $8\text{ h} - 2,11\text{ h}$ ), más la primera bobina para un total de **6 bobinas** en el primer turno después de una parada.

Para el siguiente turno el proceso sigue los parámetros planteados anteriormente en el análisis cálculo de TS para el desmonte de la bobina el cual corresponde a la producción de **7 bobinas** por turno.

#### **6.4 Propuesta para mejorar el método actual de trabajo**

A continuación se presenta una propuesta enfocada en la reducción de transportes, cuyo desperdicio se identificó en la elaboración del diagrama de recorrido para el método de producción de pulpa.

**6.4.1 Propuesta de mejorado para el método de producción de pulpa.** La mejora del método actual de trabajo se enfocará en reducir los desplazamientos que realizan los operarios debido a que no tienen un área definida para organizar el material que será procesado durante el turno, por tanto sus desplazamientos durante el turno varían desde tres (3) a ocho (8) metros.

Para esta situación se propone definir las áreas para el material de tránsito que será usado durante el turno y el material que estará estacionado en el área, con ello se logrará:

- Despejar el pasillo central, dado un caso de emergencia tener una ruta de evacuación disponible.
- Desplazamientos de menor recorrido y constantes.
- Mayor orden y ambiente más agradable del área de trabajo.

Para reducir el número de transportes que se presentan en el método actual, se propone combinar las operaciones de transporte de material y la verificación del peso de la misma, esto con el uso de una balanza de gancho, con ello se lograra:

- Reducir recorridos de los operarios.
- Cuando se utilice el hidropulper de reserva los desplazamientos serán mucho más cortos debido a que no se tendrá que ir hasta la báscula.

## 6.4.2 Diagrama de recorrido mejorado – Producción de pulpa

Figura 45. Diagrama de recorrido mejorado – Producción de pulpa

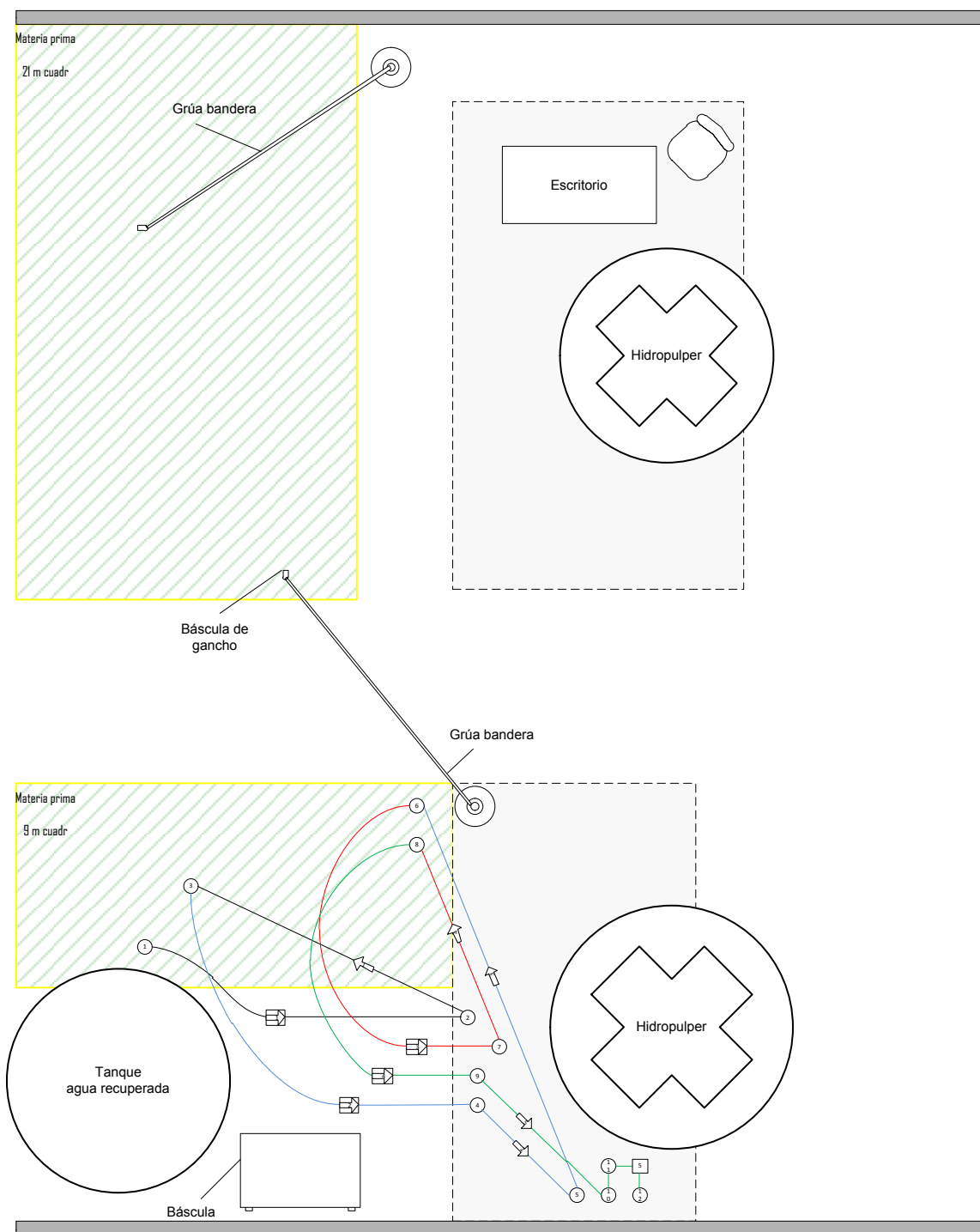


Diagrama de recorridos mejorado – Producción de pulpa, Cartones y plásticos LTDA.

Dibujó: Julio César Chamorro Micolta

Escala  
1:75

**6.4.3 DAP mejorado – Producción de pulpa.** A continuación se presenta el diagrama analítico mejorado con la combinación de dos de sus actividades durante la producción de pulpa.

**Figura 46. Diagrama analítico mejorado del proceso – Producción de pulpa**

Ubicación: Cartones y plásticos LTDA.		Resumen			
Actividad: Producción de pulpa (Hidropulper)		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros
Fecha:		Operación	14	14	-
Operadores: Área hidropulper	Analista: Julio César Ch.	Transporte	13	5	8
Método: Propuesta		Demora			
Tipo: Material		Inspección	5	1	4
Comentarios: para la propuesta se combinaron dos actividades de transporte y de inspección al momento de llevar el material hacia una bascula para verificar su peso, si se utiliza el área disponible organizando el material que se utilizara durante el turno se reducen los recorridos de los operarios.		Almacenaje			
		Transporte e inspección		4	
		Tiempo (min)	60,04	58,32	1,72
		Distancia (m)	51	25	26
		Costo			
Descripción de la actividad	Símbolo	Tiempo (min)	Distancia (m)	Método recomendado	
Selección de bond color		0,93			
Se lleva al hidropulper		0,52	3		
Se deposita el papel al hidropulper		0,27			
Camina hasta el papel bond blanco		0,05	3		
Selección bond blanco		2,12			
Se lleva al hidropulper		0,53	3		
Se carga la hidropulper		3,32			
Camina hasta los químicos		0,03	1		
Adicionar 400 ml de blanqueador		0,26			
Molido de material duro		24,99			
Camina hasta la fibra larga		0,06	4		
Selecciona la fibra larga		0,74			
Se lleva al hidropulper (Fibra larga)		0,56	3		
Se carga la hidropulper		1,85			
Camina hasta la fibra corta		0,05	4		
Selecciona la fibra corta		0,62			
Se lleva al hidropulper (Fibra corta)		0,52	3		
Se carga la hidropulper		3,72			
Camina hasta los químicos		0,06	1		
Adicionar 400 ml de blanqueador		0,28			
Adicionar 400 ml de bactericida		0,25			
Molido de material blando		11,05			
Verificar visualmente la mezcla		0,09			
Bombear mezcla al tanque		5,45			
		58,32	25		

**Cuadro 25. Comparativa de tiempo, método actual vs método propuesto, papel bond color**

	$\Sigma$ Operaciones Individuales*	Operaciones combinadas
Método Actual	0,74	-
Método propuesto	-	0,52
Tiempo ahorrado	0,22	
Variación**	30%	

**Análisis cuadro 25:** con la combinación de operaciones que se propone, se logra una reducción del tiempo en el método actual del 30% que equivale a 0,22 min del método actual.

**Cuadro 26. Comparativa de tiempo, método actual vs método propuesto, papel bond blanco**

	$\Sigma$ Operaciones Individuales	Operaciones combinadas
Método Actual	1,01	-
Método propuesto	-	0,65
Tiempo ahorrado	0,36	
Variación	36%	

**Análisis cuadro 26:** con la combinación de operaciones que se propone, se logra una reducción del tiempo en el método actual del 36% que equivale a 0,36 min del método actual.

---

\* Es la sumatoria del tiempo que comprende transportar el material hasta la báscula, realizar el pesaje y transportar el material hasta la zona de alimentación del hidropulper.

\*\* Corresponde a la variación porcentual de con respecto al tiempo ahorrado en el método propuesto.

**Cuadro 27. Comparativa de tiempo, método actual vs método propuesto, fibra larga**

	$\Sigma$ Operaciones Individuales	Operaciones combinadas
Método Actual	0,87	-
Método propuesto	-	0,55
Tiempo ahorrado	0,32	
Variación	37%	

**Análisis cuadro 27:** con la combinación de operaciones que se propone, se logra una reducción del tiempo en el método actual del 37% que equivale a 0,32 min del método actual.

**Cuadro 28. Comparativa de tiempo, método actual vs método propuesto, fibra corta**

	$\Sigma$ Operaciones Individuales	Operaciones combinadas
Método Actual	0,94	-
Método propuesto	-	0,52
Tiempo ahorrado	0,42	
Variación	45%	

**Análisis cuadro 28:** con la combinación de operaciones que se propone, se logra una reducción del tiempo en el método actual del 45% que equivale a 0,42 min del método actual.



**Cuadro 29. Comparativa de distancia, método actual vs método propuesto, papel bond color**

	$\Sigma$ Operaciones Individuales*	Operaciones combinadas
Método Actual	7	-
Método propuesto	-	3
Distancia ahorrada	4	
Variación **	57%	

**Análisis cuadro 29:** con la combinación de operaciones que se propone, se logra una reducción de la distancia recorrida por parte de los operarios del 57% que equivale a 4 metros del método actual.

**Cuadro 30. Comparativa de distancia, método actual vs método propuesto, papel bond blanco**

	$\Sigma$ Operaciones Individuales	Operaciones combinadas
Método Actual	9	-
Método propuesto	-	3
Distancia ahorrada	6	
Variación	67%	

**Análisis cuadro 30:** con la combinación de operaciones que se propone, se logra una reducción de la distancia recorrida por parte de los operarios del 67% que equivale a 6 metros del método actual.

---

\* Es la sumatoria de la distancia que comprende transportar el material hasta la báscula y transportar el material hasta la zona de alimentación del hidropulper.

\*\* Corresponde a la variación porcentual de con respecto al tiempo ahorrado en el método propuesto.

**Cuadro 31. Comparativa de distancia, método actual vs método propuesto, fibra larga**

	$\Sigma$ Operaciones Individuales	Operaciones combinadas
Método Actual	8	-
Método propuesto	-	3
Distancia ahorrada	5	
Variación	63%	

**Análisis cuadro 31:** con la combinación de operaciones que se propone, se logra una reducción de la distancia recorrida por parte de los operarios del 63% que equivale a 5 metros del método actual.

**Cuadro 32. Comparativa de distancia, método actual vs método propuesto, fibra corta**

	$\Sigma$ Operaciones Individuales	Operaciones combinadas
Método Actual	8	-
Método propuesto	-	3
Distancia ahorrada	5	
Variación	63%	

**Análisis cuadro 32:** con la combinación de operaciones que se propone, se logra una reducción de la distancia recorrida por parte de los operarios del 63% que equivale a 5 metros del método actual.

En total con la implementación de una balanza de gancho que permita combinar las operaciones de transporte y verificación se puede lograr una reducción en los desplazamientos aproximada a **26 metros por cochada** y una reducción en el tiempo cercano a los **2 minutos por cochada**.

## 7. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

Los indicadores de productividad son variables que nos permiten identificar las variaciones presentes durante un periodo de elaboración de un producto, de este modo también nos refleja la eficiencia del uso de los recursos tanto materiales como humanos de la empresa.<sup>14</sup>

Para el área de la máquina de papel, se usaran dos indicadores. Un indicador que relaciona el número de cochadas por turno (8 horas), y el segundo que relacione el número de bobinas realizadas por turno (8 horas). Esta misma ecuación se puede llevar de manera diaria, semanal o mensual, si es el caso.

### 7.1 INDICADOR PARA EL NÚMERO DE COCHADAS

Teniendo en cuenta que el TS para la preparación de una cochada es de 60,04 minutos, en un turno se tiene la capacidad de realizar ocho (8) cochadas.

$$\text{Turno} = 8 \text{ horas} = 480 \text{ minutos}$$

$$\text{TS cochada} = 60,04 \text{ minutos}$$

$$\text{Cochadas estandar por turno} = \frac{480}{60,04} = 7,99 \approx 8 \text{ cochadas/turno}$$

**Cuadro 33. Indicador de eficiencia, cochadas por turno**

Turno	Número de cochadas	Cochadas estándar	Eficiencia (uso del tiempo)	Observaciones
I	8	8	100%	
II	5	8	63%	Se presento contaminación, se debió realizar un lavado de malla y de hidropulper (parada de 2 horas)
III	8	8	100%	

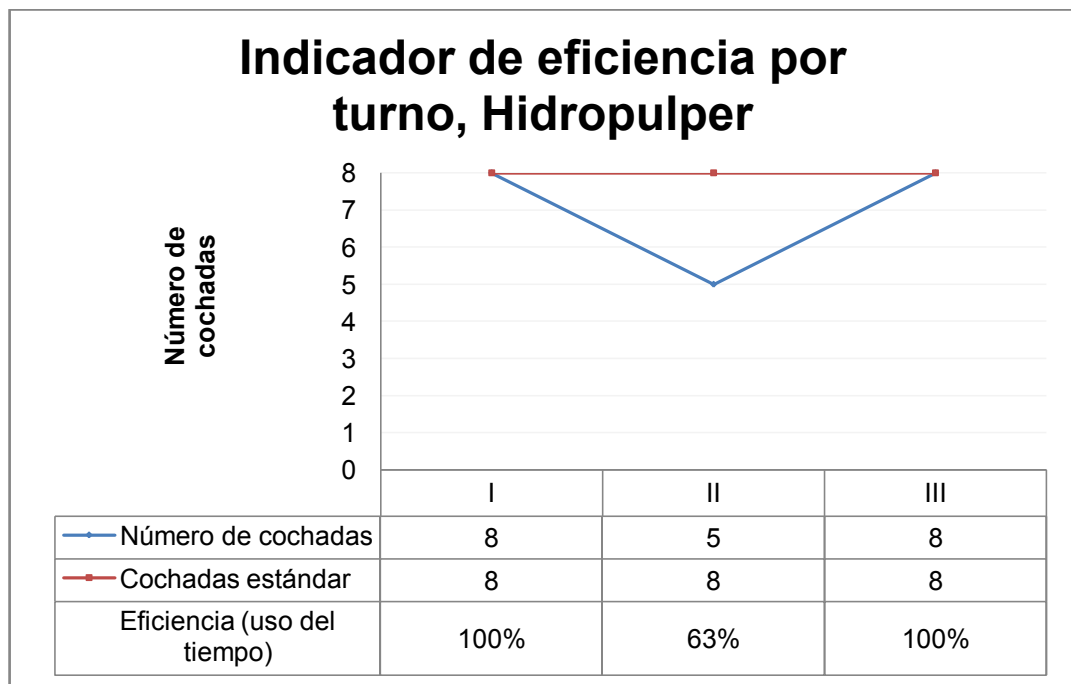
<sup>14</sup> ZAMORA, Hugo. Indicadores de productividad ¿Qué son y cómo analizarlos? [en línea]. WORKMETER, 2012. [Consultado el 13 de Diciembre del 2013]. Disponible en internet: <http://es.workmeter.com/blog/bid/172634/Indicadores-de-productividad-Qu%C3%A9-son-y-c%C3%B3mo-analizarlos>

En la casilla de observación se realiza la anotación de cualquier imprevisto que no permita el cumplimiento del estándar.

La eficiencia con respecto al número de cochadas realizadas en un turno se calcula de la siguiente manera.

$$\text{Eficiencia cochadas por turno} = \frac{\text{Número de cochadas}}{\text{Cochadas estandar}} \times 100$$

**Figura 47. Indicador de eficiencia de cochadas por turno**



En base a este indicador se podrá tener un registro sobre la cantidad de cochadas que se realizan durante el transcurso de un turno, día o semana.

## 7.2 INDICADOR PARA EL NÚMERO DE BOBINAS

Teniendo en cuenta la velocidad con la que se programe el pope reel para el bobinado, el TS para el bobinado y verificación del papel tisú es de 65.89 min lo

que nos indica que en un turno de ocho (8) horas se deben obtener 7 bobinas/turno.

*Turno = 8 horas = 480 minutos*

*TS bobina = 65,89 minutos*

$$\text{Bobinas por turno} = \frac{480}{65,89} = 7,28 \approx 7 \text{ bobinas/turno}$$

#### **Cuadro 34. Indicador de eficiencia de bobinas por turno**

Turno	Número de bobinas	Bobinas estándar* (375 m/min)	Eficiencia (Uso del tiempo)	Observaciones
I	6	7	86%	
II	4	7	57%	Lavado de malla
III	7	7	100%	Velocidad de bobinado 385 m/min

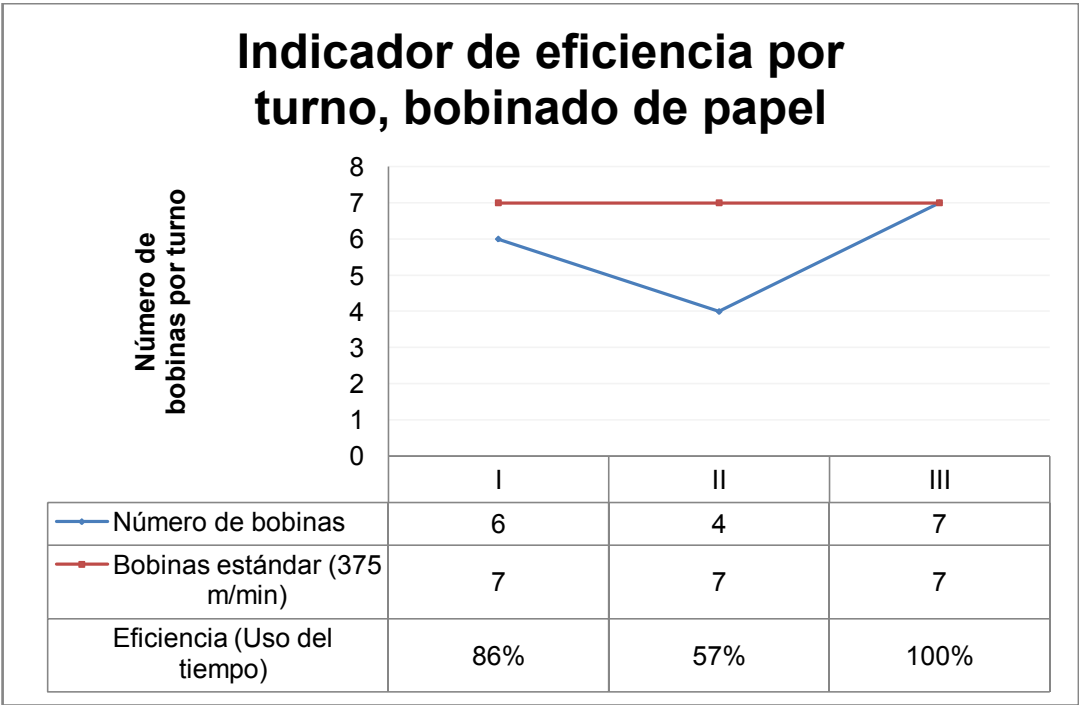
La eficiencia con respecto al número de bobinas realizadas en un turno se calcula de la siguiente manera.

$$\text{Eficiencia bobinas por turno} = \frac{\text{Número de bobinas}}{\text{bobinas estándar}^*} \times 100$$

---

\*Las bobinas estándar están sujetas a la velocidad con la que se programe el pope reel durante la producción, la velocidad nominal del pope reel es de 400 m/min, en la cual las bobinas se bajan cada 40 min, siguiendo ese orden de ideas se tiene la capacidad para producir aproximadamente 12 bobinas por turno. En la casilla de observación se realiza la anotación de cualquier imprevisto que no permita el cumplimiento del estándar.

Figura 48. Indicador de eficiencia de bobinas por turno



En base a este indicador se podrá tener un registro sobre la cantidad de bobinas que se realizan durante el transcurso de un turno, día o semana.

## 8. CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones a las que se llega después de realizado el estudio del trabajo, las cuales son las siguientes:

- Se documentó el proceso de forma detallada apoyándose en gráficos y diagramas para una mejor comprensión del proceso y con ellos tener la opción de visualizar oportunidades de mejora.
- Se documentó el proceso por medio del estudio de métodos y tiempos, definiendo así, los tiempos necesarios para realizar cada una de las actividades requeridas durante el proceso de la fabricación del papel tisú.
- Se demostró de forma cuantitativa y gráfica, que la propuesta de combinar operaciones en el proceso de producción de la pulpa, genera mayor bienestar a los operarios, ya que reduce sus desplazamientos en **26 metros** y el tiempo en **2 minutos** (ambos valores por cochada), por tanto al realizar **7 cochadas por turno**, la reducción total de desplazamiento en un turno, es igual a **182 metros** y la reducción en el tiempo durante un turno corresponde a **14 minutos**. Con la reducción de los desplazamientos los operarios presentarán menor fatiga y mayor predisposición dada la reducción de carga, por otra parte se pueden usar ese tiempo en otras actividades como lo son de pre alistamiento u orden y aseo del área, lo cual beneficia y facilita a la hora de cambio de turno.
- Se definió de manera estándar la producción que se obtiene en el proceso durante un turno y se crearon indicadores para dar seguimiento y control a las cochadas realizadas por los operarios del hidropulper y a la cantidad de bobinas que son bobinadas por la máquina de papel.

## 9. RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las recomendaciones para mejorar el área de trabajo donde se desarrollan las actividades por parte de los operarios.

- Demarcar el área correspondiente para almacenar de manera ordenada y evitar obstaculizar el paso y desperdicio de tiempo por material ubicado en lugares que no corresponden.
- Adquirir una balanza de gancho para combinar las operaciones de transporte y verificación de peso, lo cual reduce los desplazamientos de los operarios.
- Adoptar una filosofía 5's, para tener un lugar de trabajo mejor organizado y limpio, con lo cual se pretende, mejorar las condiciones de trabajo para los operarios, reducir pérdida de tiempo y energía, mejorar la seguridad, mejorar la calidad del proceso y reducir riesgos de accidentes.
  - Seiri (Clasificar): Solo tener en el área de trabajo lo que es necesario para realizar las actividades.
  - Seiton (Orden): Tener un lugar para cada herramienta y objeto que es utilizado en el área.
  - Seiso (Limpieza): Mantener el lugar de trabajo aseado para evitar incidentes o accidentes por elementos fuera de lugar.
  - Seiketsu (Estandarizar): Prevenir aparición de suciedad y desorden.
  - Shitsuke (Autodisciplina): Seguir mejorando.



## BIBLIOGRAFÍA

¿Qué es PYME? [en línea]. Bogotá: BANCOLDEx, 2013, [Consultado el 9 de Mayo del 2013]. Disponible en internet: <http://www.bancoldex.com/Sobre-pymes/Que-es-Pyme.aspx>

CRIOLLO, García Roberto. Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos. México: McGRAW-HILL, 1998.

Definición de diagramas de flujo [en línea]. Organizadores gráficos diagramas de flujo. Cali: EDUTEKA, 2007 [Consultado 2 de Junio del 2013]. Disponible en internet: <http://www.eduteka.org/modulos.php?catx=4&idSubX=116>

Formación - Fabricación de papel [en línea]. Barcelona: TORRASPAPEL S.A., 2011. [Consultado 26 Abril del 2013]. Disponible en internet: [www.torraspapel.com/Conocimiento%20Tcnico/FormacionFabricacionPapel.pdf](http://www.torraspapel.com/Conocimiento%20Tcnico/FormacionFabricacionPapel.pdf)

MAYA, José. Resumen de organización industrial [en línea]. Estudio de los métodos de trabajo. Medellín: universidad nacional de Colombia, sede Medellín, 2007 [Consultado el 4 de Junio del 2013]. Disponible en internet: [http://www.unalmed.edu.co/josemaya/Ing\\_prod/Estudio%20tiempos.pdf](http://www.unalmed.edu.co/josemaya/Ing_prod/Estudio%20tiempos.pdf)

NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris. Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 10 Ed. México: Alfaomega, 2001.

OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo. 4 Ed. Suiza: OIT, 1998.

Programa de las 5 “S” [en línea]. Ambientes productivos. Bogotá: MINISTERIO DE EDUCACIÓN, 2009. [Consultado Mayo 6 del 2013]. Disponible en internet: [www.mineduccion.gov.co/1621/article-190270.html](http://www.mineduccion.gov.co/1621/article-190270.html)

SALAZAR, Bryan. Suplementos del estudio de trabajo [en línea]. Cali: Ingenierosindustriales, 2008. [Consultado 22 de mayo del 2013]. Disponible en internet: <http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>

ZAMORA, Hugo. Indicadores de productividad ¿Qué son y cómo analizarlos? [en línea].WORKMETER, 2012. [Consultado el 13 de Diciembre del 2013]. Disponible en internet: <http://es.workmeter.com/blog/bid/172634/Indicadores-de-productividad-Qu%C3%A9-son-y-c%C3%B3mo-analizarlos>